# ELECTRONICA FUNDAMENTAL 4

**Teoría y práctica. Desde la válvula hasta el circuito integrado**

TEORIA: Generadores de señales. Osciladores
Receptor superheterodino de A.M.

PRACTICA: Montaje, ajuste y averías de un receptor de radio






J. M.ª Angulo

José M.ª Angulo Usategui
Ingeniero Industrial

# ELECTRONICA FUNDAMENTAL 4

## TEORIA Y PRACTICA. DESDE LA VALVULA HASTA EL CIRCUITO INTEGRADO

**TEORIA:** Generadores de señales. Osciladores. Receptor superheterodino de A. M.

**PRACTICA:** Montaje, ajuste y averías de un receptor de radio.

QUINTA EDICION

1988




MADRID

# INDICE

# PROLOGO

El fin que persigue esta obra es constituir un Curso Básico de Electrónica, tanto en el aspecto teórico como en el práctico. Para conseguirlo se ha tratado de dar una explicación física de los fenómenos eléctricos y electrónicos textual y gráficamente, a fin de hacerlo más asequible a los que desconocen totalmente esta técnica. Por este motivo se han eliminado los planteamientos matemáticos, usando exclusivamente las operaciones numéricas más elementales.

El curso completo consta de seis tomos y el temario tanto teórico como práctico que contiene cada tomo es el siguiente:

*TOMO 1.* — TEORIA: Introducción a la electrónica. Electricidad. PRACTICA: Soldadura y montajes eléctricos. El aparato de medida. Componentes eléctricos y electrónicos.

*TOMO 2.* — TEORIA: Fuentes de alimentación. Rectificadores y filtros. PRACTICA: Características de las válvulas y semiconductores diodos. Montaje de fuentes de alimentación.

*TOMO 3.* — TEORIA: Amplificadores. PRACTICA: Sonido, altavoces y micrófonos. Características de las válvulas amplificadoras. Amplificadores de Baja y Alta Frecuencia.

*TOMO 4.* — TEORIA: Generadores de señales. Osciladores. Receptor superheterodino de A.M. PRACTICA: Montaje, ajuste y averías de un receptor de radio.

*TOMO 5.* — TEORIA: Diodos, transistores y semiconductores especiales. PRACTICA: Experimentación y montaje sobre circuitos con semiconductores.

*TOMO 6.*—TEORIA: Circuitos integrados. Digitales y analógicos. Hacia el microprocesador. PRACTICA: Montajes y experimentación sobre circuitos a base de circuitos integrados lógicos y operacionales.

El ofrecer la obra en varios tomos tiene una doble finalidad: En primer lugar, escalonar el estudio de una forma metódica y sencilla, procurando que cada libro muestre un tema completo e independiente, que facilite una progresiva introducción a la Electrónica de forma poco costosa. En segundo lugar, esta colección permite la adquisición o consulta del tema que interese de forma económica y simple, dado el racional desglose de las materias.

*El autor*

Primera Parte

# Teoría

## Generadores de señales. Osciladores. Receptor superheterodino de A. M.

LECCION 1

# OSCILADORES

## GENERADORES DE SEÑALES

Son los circuitos capaces de producir señales, de tensión o corriente, de cualquier forma geométrica y cualquier frecuencia. Los hay que entregan señales de forma cuadrangular; otros, en diente de sierra; otros, senoidales, etc. En particular se asigna el nombre de «osciladores» a los tipos de generadores que producen ondas senoidales o de corriente alterna y que ocupan, tanto por su aplicación como por su importancia, el lugar más destacado entre todas las variantes de generadores que existen. A continuación se explican de forma más detallada los osciladores que posteriormente se utilizarán en el receptor de radio.

## EL CIRCUITO RESONANTE

El circuito resonante, constituido como muestra la figura 1-1 por una bobina y un condensador en paralelo, es la parte fundamental de los osciladores electrónicos.

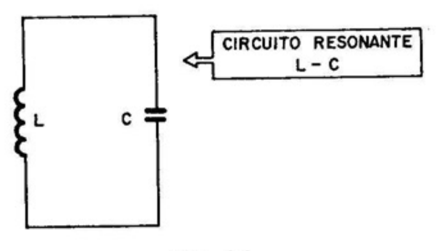



Fig. 1-1

Mediante el conmutador *a*, que se ha añadido en la figura 1-2, puede conectarse el condensador a la pila, para cargarlo, y luego a la bobina, cambiando de la posición *A* a la *B*, para descargarlo.

Una vez que el condensador ha sido cargado por la pila, su armadura superior será positiva y la inferior negativa; en estas condiciones lo que ocurre si se le conecta directamente la bobina, cambiando la posición del conmutador *a*, es lo que se muestra en la figura 1-3.

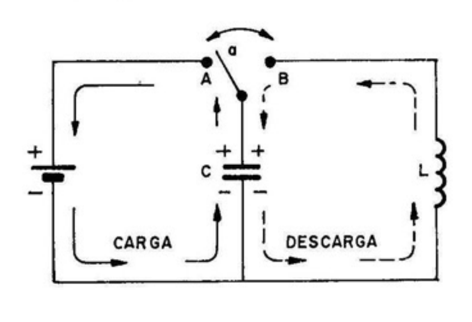



Fig. 1-2

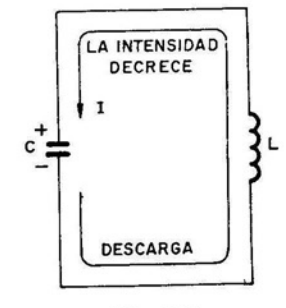



Fig. 1-3

Como en la figura 1-3 está representado, el condensador se descarga a través de la bobina, saliendo electrones de su armadura inferior y acumulándose en la superior. El paso de los electrones por la bobina produce en ella un campo magnético, llegando un momento en que el condensador queda totalmente descargado y el campo magnético de la bobina, producido por el paso a su través de la intensidad de descarga, empieza a disminuir como es lógico. Llegando a este punto conviene recordar una ley general de la Naturaleza, que recibe el nombre de «ley de Lenz» cuando se aplica al electromagnetismo, que dice lo siguiente: «todo efecto se opone a la causa que lo produce». En el circuito resonante que se está analizando, el campo magnético de la bobina va disminuyendo y por lo tanto en ella se induce una intensidad. Según la ley de Lenz, esta corriente inducida, que es el efecto, se opone a la causa (disminución de la intensidad de descarga del condensador), luego dicha corriente será del mismo sentido que la intensidad de descarga, para así oponerse a su disminución. En consecuencia, el condensador no sólo se descarga, sino que al crear la bobina, por efecto de la inducción, una intensidad del mismo sentido que la de descarga, se carga con la polaridad contraria a la primitiva, como queda reflejado en la figura 1-4.

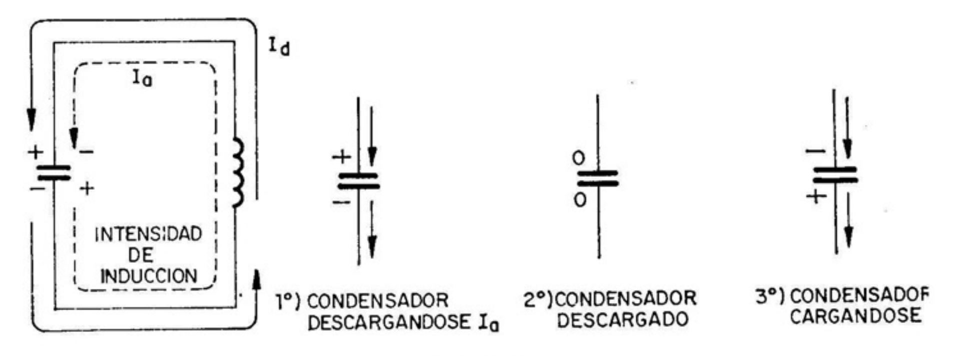



Fig. 1-4

En la figura 1-4 se representa con línea continua $I_d$, que es la corriente de descarga y con línea de trazos $I_a$, que es la de inducción y tiene el mismo sentido que $I_d$. El condensador queda cargado con la misma tensión que al principio, pero con polaridad opuesta. En estas circunstancias se vuelve a descargar por la bobina, y al igual que antes llega un momento en que pierde toda la carga, creándose otra vez una intensidad inducida en la bobina, que vuelve a cargar con polaridad opuesta a la mantenida durante la descarga. Esta nueva fase queda representada en la figura 1-5.

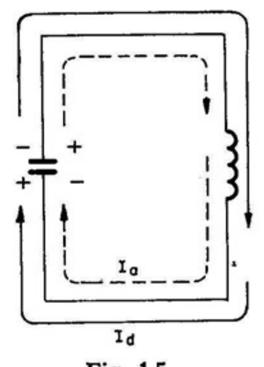



Fig. 1-5

La intensidad de descarga, $I_d$, se representa con línea continua en la figura anterior, mientras que la intensidad de inducción, $I_a$, está dibujada con trazos discontinuos.

En la figura 1-6 se muestra la tensión entre armaduras del condensador en el proceso completo del ciclo descrito.

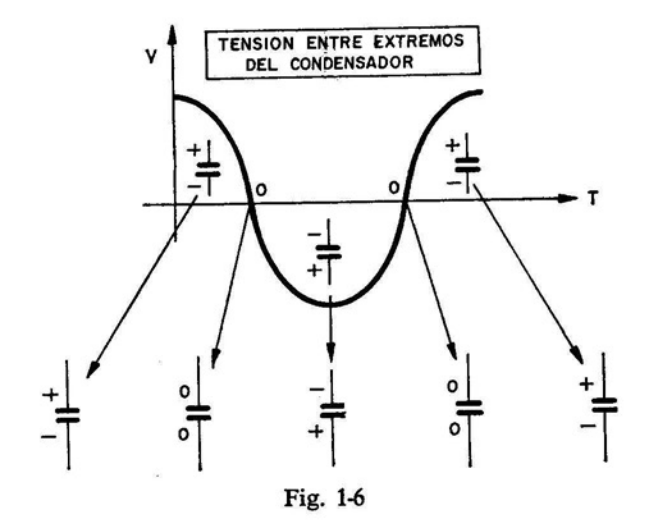



Fig. 1-6

Si en el circuito resonante, llamado también «tanque», no hubiese pérdidas de energía, es decir, si la bobina y los hilos de conexión no tuviesen resistencia y el condensador no perdiese carga a través de las fugas de corriente por el dieléctrico, el proceso antes explicado se repetiría de forma indefinida, como se expone en la figura 1-7.

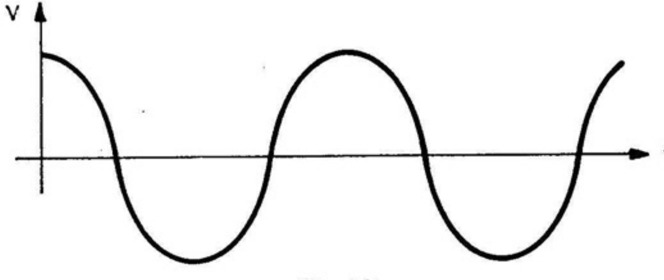



Fig. 1-7

En la realidad existen pérdidas de energía en cada ciclo, por la tensión que absorbe con el paso de intensidad la resistencia del hilo de la bobina y por la corriente de fugas por el aislante del condensador, lo que hace que las oscilaciones se vayan amortiguando, por lo que al cabo de unos pocos ciclos desaparece toda tensión del circuito y éste queda inerte, como se presenta en la figura 1-8.

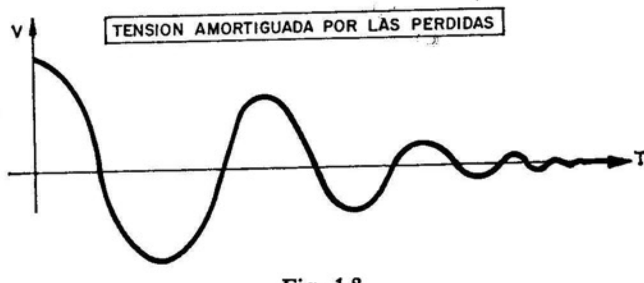



Fig. 1-8

El funcionamiento de un circuito oscilante es similar al de un columpio que se balancea sobre la vertical, disminuyendo en cada oscilación su altura a consecuencia de las pérdidas que le ocasionan la resistencia del aire y los rozamientos de las cuerdas sobre sus ejes de rotación.

Evidentemente, para conseguir la c.a. es necesario algún procedimiento para evitar que dichas oscilaciones se amortigüen. Un primer método, parte del sistema empleado en la figura 1-2 y consiste en conectar rápidamente el condensador a la pila en el momento de producirse cada máximo positivo, restableciendo después su conexión habitual a la bobina. De esta manera el condensador recibe impulsos de carga por parte de la pila que compensan las pérdidas de energía, como queda expuesto gráficamente en la figura 1-9.

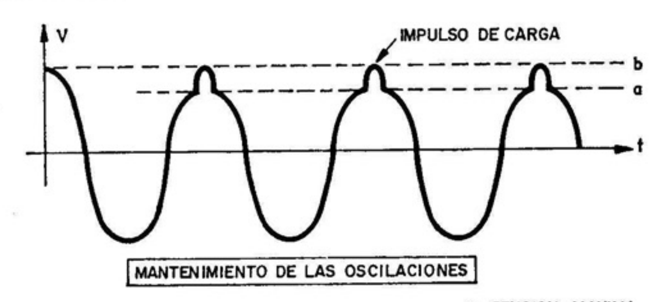



Fig. 1-9

Como la pila hay que conectarla una vez en cada ciclo, concretamente en cada máximo, la frecuencia de actuación del conmu-

tador *a* de la figura 1-2 es igual a la de la tensión creada. Sin embargo, no hay contacto mecánico capaz de activarse con frecuencias del orden de los megahercios, a causa de su propia inercia. Por esta razón, un tipo de oscilador como el descrito, que está sujeto a movimientos de partes mecánicas, sólo sería eficaz en frecuencias muy bajas.

## FRECUENCIAS DE OSCILACION

La frecuencia natural de la tensión alterna producida en el circuito resonante bobina-condensador depende de los valores de la autoinducción de la bobina y de la capacidad del condensador. Existe una fórmula fundamental que proporciona el valor de dicha frecuencia.

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{1}{L \cdot C}} \qquad (1)$$

*f*: frecuencia en hercios (Hz)
*L*: autoinducción en henrios (H)
*C*: capacidad en faradios (F)

Hay que tener en cuenta que para que la frecuencia venga expresada en hercios (ciclos por segundo) la autoinducción debe ponerse en henrios y la capacidad en faradios.

Si se utiliza en el circuito tanque un condensador variable se puede cambiar el valor de la capacidad y, por tanto, según la fórmula (1), la frecuencia. Al aumentar la capacidad, que está en el denominador, disminuye la frecuencia, mientras que al reducirla aumenta ésta.

## EJERCICIOS DE LA LECCION 1.ª

Márquese una cruz en la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — Un oscilador es un generador de:

*a)* Ondas cuadradas.
*b)* Ondas senoidales.
*c)* Ondas en diente de sierra.

2.ª PREGUNTA. — Un circuito de tanque se compone de:

*a)* Un oscilador.
*b)* Un circuito resonante serie.
*c)* Un circuito resonante paralelo.

3.ª PREGUNTA. — Las pérdidas de un circuito tanque son debidas a:

*a)* La resistencia del hilo de la bobina y las fugas del condensador.
*b)* La inercia del conmutador mecánico.
*c)* La ley de Lenz.

4.ª PREGUNTA. — La frecuencia de un circuito tanque depende:

*a)* De la resistencia de la bobina.
*b)* De las fugas del condensador.
*c)* De los valores de la bobina y el condensador.

5.ª PREGUNTA. — Si la capacidad de un circuito resonante paralelo aumenta:

*a)* Aumenta la frecuencia.
*b)* Disminuye la frecuencia.
*c)* La frecuencia permanece constante.

LECCION 2

# OSCILADORES ELECTRONICOS. OSCILADOR ARMSTRONG

## INTRODUCCION

Como los métodos mecánicos, con interruptores o conmutadores que repongan la energía perdida en cada oscilación por el circuito tanque, son inadecuados, sobre todo en altas frecuencias, se recurre a sistemas electrónicos para suministrar al circuito oscilante los impulsos de tensión precisos para evitar su amortiguamiento.

En los osciladores electrónicos la tensión alterna del circuito resonante se aplica a una válvula de vacío para su amplificación; una parte de la tensión de salida, ya amplificada, se devuelve a la entrada, o sea, al circuito resonante, suministrándole así la energía necesaria para evitar la amortiguación. La válvula de vacío puede conducir y bloquearse con frecuencias muy elevadas, dada la escasa inercia de los electrones y la gran velocidad con que recorren el espacio cátodo-ánodo.

El proceso mediante el cual se aplica a la entrada de un amplificador parte de su salida se conoce con el nombre de «realimentación». Los elementos que recogen de la salida una parte de la tensión para introducirla en la entrada se denominan «lazos o bucles de realimentación» y pueden ser, como más adelante se explicará, bobinas, condensadores, etc. En la figura 2-1 se aprecia un esquema de bloques del principio de funcionamiento de un oscilador electrónico.

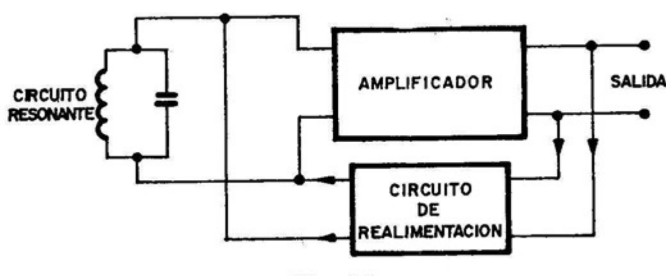



Fig. 2-1

## TIPOS DE OSCILADORES

Hay muchos tipos de osciladores, de los que destacan sobre los demás por sus aplicaciones e importancia los que se citan a continuación y posteriormente se estudian:

1) Oscilador del tipo Armstrong.
2) Oscilador del tipo Hartley.
3) Oscilador del tipo Colpitts.
4) Otros tipos de osciladores.

## OSCILADORES ARMSTRONG

El esquema de este oscilador viene representado en la figura 2-2.

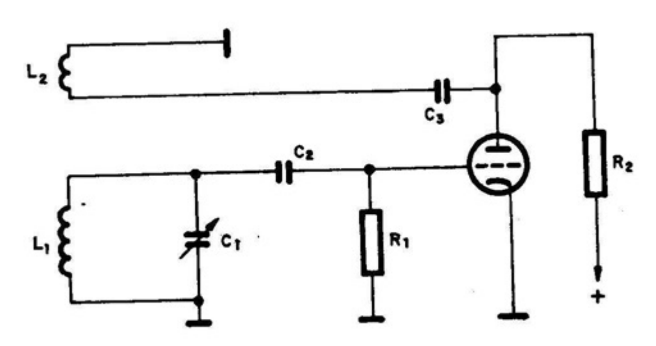



Fig. 2-2

La puesta en marcha y el arranque de las oscilaciones en el circuito tanque se producen al conectar la alimentación al circuito de la figura 2-2, que hace circular una corriente por la placa y

otra por la rejilla. La intensidad de placa pasa por $L_2$ e induce en $L_1$ la tensión que da comienzo a las cargas y descargas del condensador $C_1$. $C_3$ evita el paso de c.c. a la bobina de realimentación $L_2$ y deja pasar sólo los impulsos de corriente. $R_2$ es la resistencia de carga del triodo. $L_1$ y $C_1$ forman el circuito tanque y $C_2$ y $R_1$ la polarización por escape de rejilla.

En el oscilador Armstrong la corriente de placa, que circula por $L_2$, induce en $L_1$, por efecto de la inducción magnética, al igual que un transformador, el impulso de tensión que necesita el circuito resonante para que no se amortigüe la señal que produce. Luego el lazo de realimentación es en este caso el transformador constituido por $L_2$ y $L_1$.

En la figura 2-3 se aprecia que la tensión negativa existente en la rejilla de control es mayor que la de corte, y sobre dicha tensión de polarización se añade la de la señal alterna que produce el circuito resonante en sus oscilaciones. La amplificación de esta válvula pertenece a la clase C.

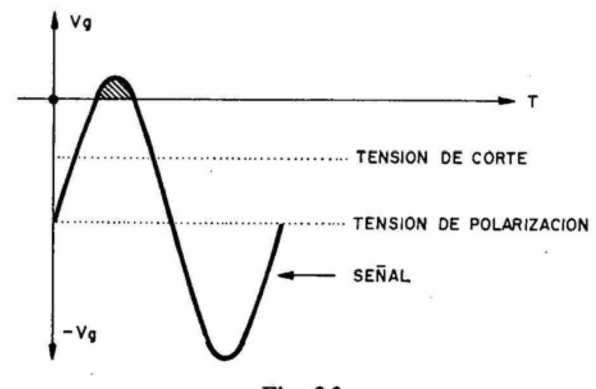



Fig. 2-3

La polarización de rejilla se obtiene por el método denominado «de escape de rejilla» que se recuerda brevemente: Cada vez que la tensión de rejilla se hace positiva (zona rayada de la figura 2-3), ésta absorbe electrones que cargan el condensador $C_2$, como se presenta en la figura 2-4.

Una vez cargado $C_2$, se descarga por la resistencia $R_1$, provocando en ella una tensión que es la de polarización, tal como se indica en la figura 2-5.

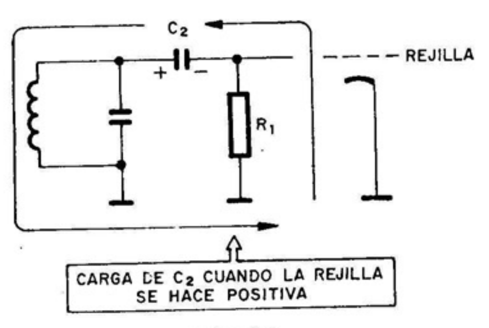



Fig. 2-4

Como $C_2$ se recarga en cada ciclo de la tensión alterna producida por el circuito tanque, la polarización se mantiene indefinidamente.

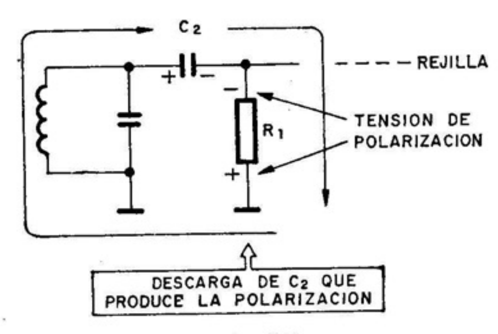



Fig. 2-5

La figura 2-6 demuestra que la corriente que circula por la válvula sólo tiene lugar cuando la rejilla se hace menos negativa que la tensión de corte, siendo por tanto una intensidad por impulsos, que sólo pasa durante una pequeña parte de cada ciclo de la tensión que hay en la rejilla.

La intensidad de placa induce al pasar por $L_2$ un impulso de tensión en $L_1$ que compensa las pérdidas de energía habidas en el circuito oscilante bobina-condensador. Para variar la energía que transmite $L_2$ a $L_1$ se regula la posición o distancia entre ambas, pues al igual que en el ejemplo del columpio, si el empujón suministrado en cada ciclo es demasiado grande disminuye la frecuencia al aumentar la duración del ciclo, y sucede lo contrario en caso de suministrar poca energía de reposición.

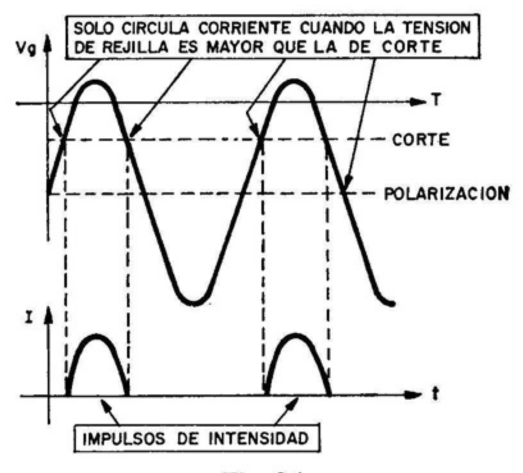



Fig. 2-6

Por último, hay que tener también presente que en el oscilador Armstrong, dado el sistema de polarización de la rejilla, la intensidad no circula continuamente, sino durante ciertos intervalos de tiempo: es una intensidad en régimen de impulsos.

## VARIANTES DEL OSCILADOR ARMSTRONG

El oscilador Armstrong puede presentarse de una manera algo distinta a la descrita, aunque en realidad, y como se comprobará, no hay cambios sensibles entre el circuito explicado y el que se presenta a continuación en la figura 2-7.

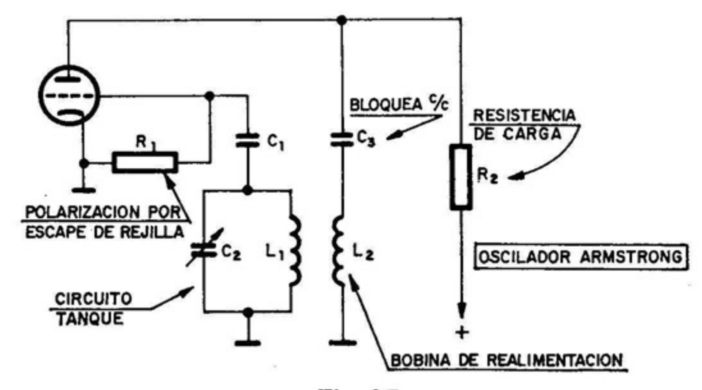



Fig. 2-7

La misión de los componentes de este nuevo modelo de oscilador Armstrong es la siguiente:

$R_1$ y $C_1$ forman la polarización por escape de rejilla.

$C_2$ y $L_1$ forman el circuito resonante.

$R_2$ es la resistencia de carga de placa del oscilador.

$C_3$ evita que la bobina $L_2$ de realimentación corcocircuite a masa la tensión positiva de placa.

En las prácticas de este libro y dentro del montaje de un receptor de radio se realiza un oscilador Armstrong cuyo esquema es el mostrado en la figura 2-8. Recibe el nombre de oscilador Meissner.

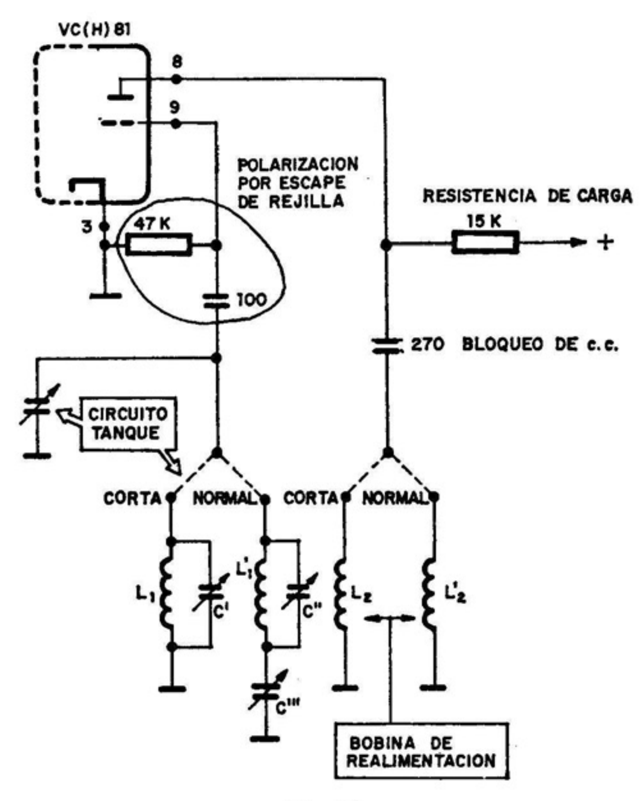



Fig. 2.8

Para formar el circuito tanque con el condensador variable existen un par de bobinas, $L_1$ y $L_1'$, una para oscilar en las frecuencias de la banda de onda media y la otra para las de corta. Los condensadores ajustables $C'$, $C''$ y $C'''$ no tienen otro objeto que el de ajustar el aparato y ponerlo a punto para lograr un funcionamiento perfecto.

## OBSERVACIONES

En la figura 2-3 se presenta el tipo de tensión existente en la rejilla de control del oscilador. Se puede apreciar que está formada por una componente continua de polarización y otra alterna, que es precisamente la creada por el circuito tanque bobina-capacidad.

Si se necesita suministrar mediante el oscilador la tensión alterna producida, se puede hacer desde la rejilla de control, uniéndola a donde fuere precisa dicha tensión. Para ello, no obstante, no se debe requerir un valor grande, y apenas debe existir consumo de corriente. Cuando haya que aportar una tensión alterna de cualquier frecuencia y con un alto consumo de intensidad, su suministro debe efectuarse desde la placa de la válvula osciladora.

## EJERCICIOS DE LA LECCION 2.ª

Márquese una cruz en la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — La misión de la válvula en un oscilador es:

*a)* Formar la corriente alterna.
*b)* Procurar la corriente que compensa las pérdidas del circuito tanque.
*c)* Sustituir al circuito resonante.

2.ª PREGUNTA. — La realimentación consiste en:

*a)* Alimentar con c.a. un circuito.
*b)* Alimentar la salida de un circuito con parte de la señal de entrada.
*c)* Alimentar la entrada de un circuito con parte de la señal de salida.

3.ª PREGUNTA. — La válvula del oscilador Armstrong:

*a)* Está conduciendo constantemente.
*b)* Está bloqueada y sólo conduce cuando la placa se hace positiva.
*c)* Está bloqueada y sólo conduce una vez cada ciclo del circuito tanque.

4.ª PREGUNTA. — La rejilla de la válvula del oscilador Armstrong es negativa porque:

*a)* Tiene una polarización «por escape de rejilla».
*b)* El circuito tanque la polariza negativamente.
*c)* La realimentación la hace negativa.

5.ª PREGUNTA. — La forma de variar la magnitud de la realimentación en un oscilador Armstrong se consigue:

*a)* Variando el valor de la capacidad del condensador del circuito tanque.
*b)* Ajustando la posición entre la bobina del circuito tanque y la de realimentación.
*c)* Aumentando o disminuyendo la tensión positiva de alimentación.

LECCION 3

# DIVERSOS MODELOS DE OSCILADORES: HARTLEY, COLPITTS, REJILLA-PLACA SINTONIZADAS Y ACOPLAMIENTO ELECTRONICO

## OSCILADOR HARTLEY

Es otro tipo de oscilador muy usado, distinto al Armstrong, pero con el que tiene muchas semejanzas. Su circuito se muestra en la figura 3-1.

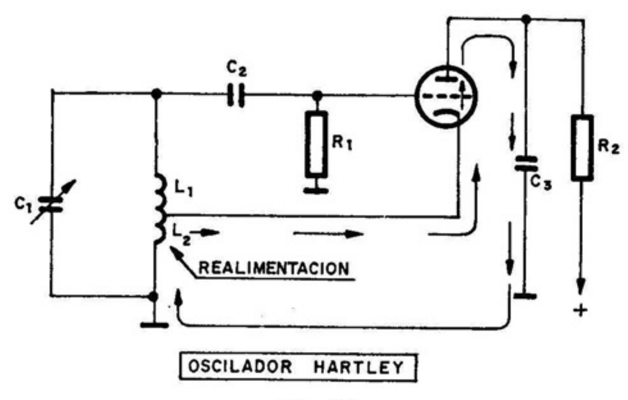



Fig. 3-1

La única variación de este oscilador respecto al Armstrong es que la bobina de realimentación que aporta al circuito tanque la energía necesaria para evitar el amortiguamiento de la señal que

produce, es una derivación de la bobina total de oscilación. Cuando la válvula conduce (recuérdese que en los osciladores la válvula sólo lo hace durante un corto intervalo de tiempo) la intensidad pasa desde masa hasta el cátodo, atravesando $L_2$. Por efecto de la inducción magnética, a manera de autotransformador, sobre $L_1$ se induce una tensión que compensa la energía perdida en cada oscilación. Puntualizando, el conjunto de $L_1$ y $L_2$ forman la bobina del circuito oscilante, siendo $L_2$ la de realimentación. $C_2$ y $R_1$ constituyen la polarización por escape de rejilla. $C_3$ bloquea la componente continua que alimenta el triodo, dejando pasar el impulso de corriente cuando conduce la válvula, y $R_2$ es la resistencia de carga.

## OSCILADOR COLPITTS

Es un nuevo tipo de oscilador, que sigue pareciéndose mucho a los ya estudiados. En concreto es semejante al Hartley, pero en vez de usar un divisor de inductancia utiliza un divisor de capacidad como lazo de realimentación. El circuito de este oscilador se muestra en la figura 3-2.

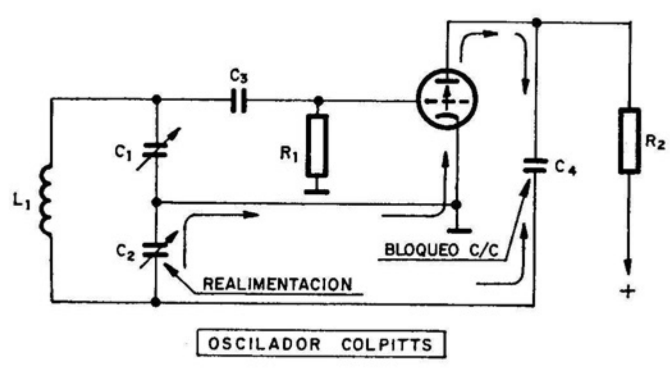



Fig. 3-2

La capacidad total de oscilación está constituida por $C_1$ y $C_2$ en serie.

Cuando la componente alterna de la intensidad de placa circula por $C_2$ se produce la realimentación por adición de energía al circuito resonante, debido a la carga que se produce en dicho condensador.

## OSCILADOR REJILLA-PLACA SINTONIZADAS

En un oscilador de este tipo existen dos circuitos oscilantes: el de rejilla y el de placa, sintonizados ambos a frecuencias ligeramente distintas entre sí. Su esquema se muestra en la figura 3-3.

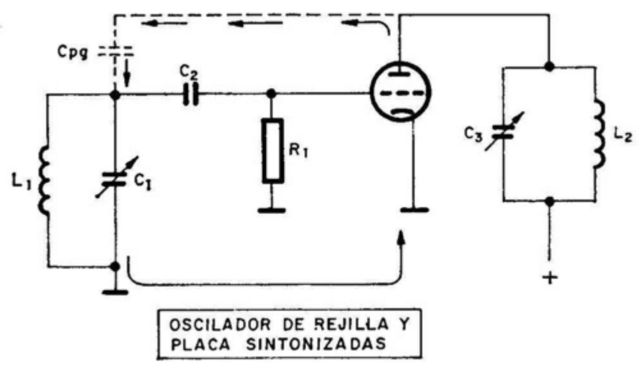



Fig. 3-3

La realimentación se realiza a través de $C_{pg}$, condensador ficticio entre rejilla y placa de la válvula triodo.

Este circuito apenas tiene aplicación, por lo que no se insiste más en él.

## OSCILADOR DE ACOPLAMIENTO ELECTRONICO

Los osciladores de acoplamiento electrónico son muy parecidos a los ya descritos, salvo pequeñas modificaciones que tienen como fin conseguir una apreciable potencia de salida, junto con una gran estabilidad de la frecuencia proporcionada.

Antes de concretar más detalles sobre sus cualidades se describe el funcionamiento de uno de ellos: el Hartley de acoplamiento electrónico, que se utiliza muy a menudo en los receptores de televisión como oscilador de líneas y cuyo esquema se muestra en la figura 3-4.

La principal característica de estos osciladores es el uso de un pentodo en lugar del triodo. Al utilizar un pentodo la válvula osciladora queda formada realmente por el cátodo, la rejilla de control y la de pantalla, que actúa como verdadera placa. El

ánodo hace de electrodo de salida, para aplicar la tensión alterna generada a la carga que la necesite.

En un pentodo la placa apenas tiene influencia sobre el gobierno de los electrones que salen del cátodo y circulan por la válvula. Cualquier variación en el consumo de la carga repercute directamente en la tensión del ánodo conectado a ella, lo cual no altera el funcionamiento del oscilador, pues se mantiene constante la corriente de la válvula, que a fin de cuentas es la que compensa las pérdidas. De esta forma la frecuencia permanece muy fija a pesar de las fluctuaciones de la carga.

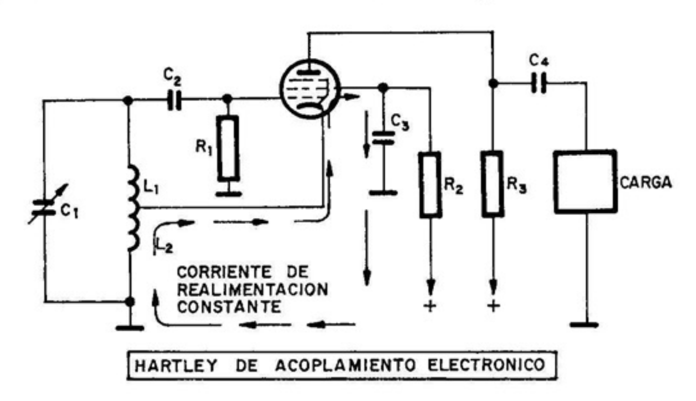



Fig. 3-4

En otros circuitos, en los que la válvula osciladora es un triodo, y la placa, además de actuar como tal, hace también de electrodo de salida, que alimenta la carga, la estabilidad de la frecuencia es menor. Esto es debido a que si varían el valor de la carga o su consumo, ello repercute en la tensión de la placa, que por ser parte fundamental del oscilador da lugar a que varíen la corriente de la válvula, el impulso de realimentación y finalmente la frecuencia de la tensión que genera.

No sólo el Hartley puede ser de acoplamiento electrónico, sino que los demás tipos admiten también esta variante, no existiendo ninguna otra característica que los diferencie que la ya comentada del uso de un pentodo en lugar de un triodo.

## EJERCICIOS DE LA LECCION 3.ª

Márquese con un aspa la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — En el oscilador Hartley la realimentación se consigue:

*a)* Colocando dos condensadores en el circuito tanque.
*b)* Dividiendo en dos partes la bobina del circuito tanque.
*c)* Polarizando la rejilla de control mediante el sistema de «escape de rejilla».

2.ª PREGUNTA. — En el oscilador Colpitts la realimentación se obtiene:

*a)* Por efecto magnético.
*b)* Por efecto capacitivo.
*c)* Por efecto resistivo.

3.ª PREGUNTA. — La diferencia entre los osciladores Hartley y Colpitts estriba:

*a)* En la polarización de rejilla.
*b)* En la frecuencia que producen.
*c)* En la forma de realizar la realimentación.

4.ª PREGUNTA. — La principal característica de los osciladores de acoplamiento es:

*a)* El uso de una válvula pentodo.
*b)* El uso de realimentación.
*c)* El tipo de polarización.

5.ª PREGUNTA. — Se consigue mayor estabilidad de frecuencia en el oscilador:

*a)* Colpitts.
*b)* Hartley.
*c)* De acoplo electrónico.

LECCION 4

# OTROS TIPOS DE OSCILADORES SIN CIRCUITO RESONANTE

## OSCILADOR POR DESPLAZAMIENTO DE FASE

Está constituido por un circuito amplificador autoalimentado y que produce las señales de salida sin necesidad del circuito resonante paralelo *L-C,* al igual que otros modelos que se analizarán en esta lección.

En el circuito clásico de un amplificador la señal amplificada obtenida en la placa está desfasada 180° respecto a la de entrada

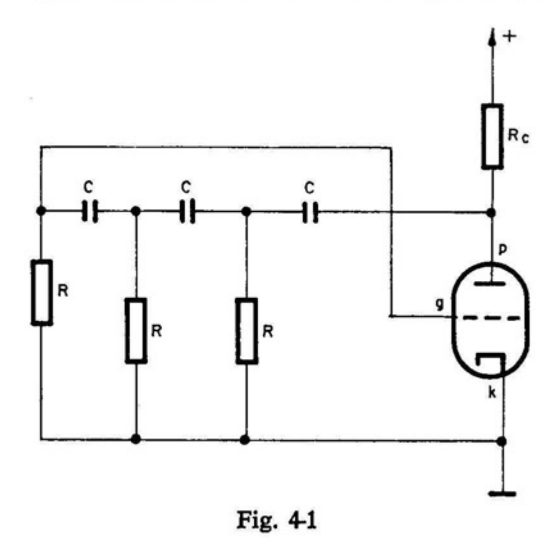



Fig. 4-1

que se aplica en la rejilla de control. Este tipo de oscilador se basa en coger la señal de salida, al menos en parte, volverla a desfasar 180° y llevarla de nuevo a la rejilla de control, con objeto de que el circuito se alimente por sí mismo. El esquema de este oscilador se muestra en la figura 4-1.

La red formada por tres condensadores y tres resistencias tiene por finalidad desfasar 180° la señal amplificada de la placa del triodo, con lo cual queda en fase con la que se aplicó a la rejilla de control. Con la parte de señal que queda una vez atravesada la red *R-C*, la válvula se autoalimenta y oscila por sí misma. Hay que conseguir por este motivo que la válvula amplifique lo suficiente en la frecuencia de oscilación, para que la señal quede tras cruzar la red de resistencias y condensadores sea bastante para mantener la oscilación senoidal y evitar el amortiguamiento.

La frecuencia en que oscila este circuito depende de los valores de *R* y *C*, y viene dada por la fórmula siguiente:

$$f = \frac{1}{\sqrt{6}} \; 2 \cdot \pi \cdot R \cdot C$$

## OSCILADORES DE CRISTAL

Existen ciertos cuerpos en la Naturaleza, como el cuarzo, que presentan ciertas características de tipo eléctrico al sufrir deformaciones mecánicas. Dichos cuerpos se denominan «piezoeléctricos». Al presionar o golpear el cuarzo se produce en él una diferencia de potencial eléctrico, con una frecuencia que depende principalmente de las magnitudes físicas del cristal.

En los cuarzos piezoeléctricos hay una relación entre los estímulos mecánicos y los eléctricos, pues al aplicar al cristal una tensión eléctrica vibra mecánicamente, también en una frecuencia proporcional a las dimensiones del cristal de cuarzo.

De lo expuesto se deduce que una lámina de cuarzo montada entre dos soportes metálicos equivale a un circuito eléctrico como el de la figura 4-2.

El cristal, o su circuito equivalente, se comporta como un circuito resonante paralelo para una frecuencia un poco más alta que la de resonancia de $L$ y $C_2$.

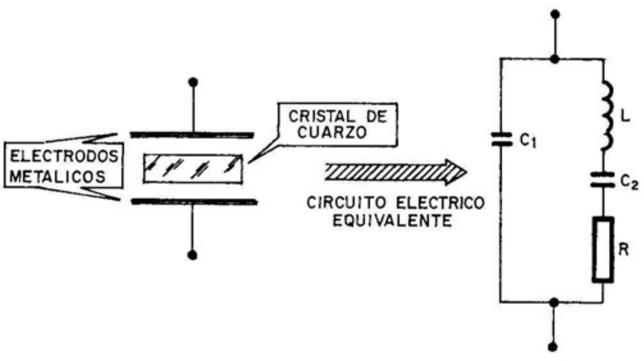



Fig. 4-2

Los cristales de cuarzo sustituyen con ventaja a los circuitos tanque por la enorme estabilidad que poseen para oscilar siempre en la misma frecuencia.

## OSCILADOR DE BLOQUEO

Otro oscilador muy utilizado, y que tampoco precisa de un circuito tanque para producir las oscilaciones, es el llamado «de bloqueo», nombre que recibe por el constante bloqueo y desbloqueo que se produce en la válvula al variar la tensión de la rejilla de control. El circuito de este oscilador se presenta en la figura 4-3.

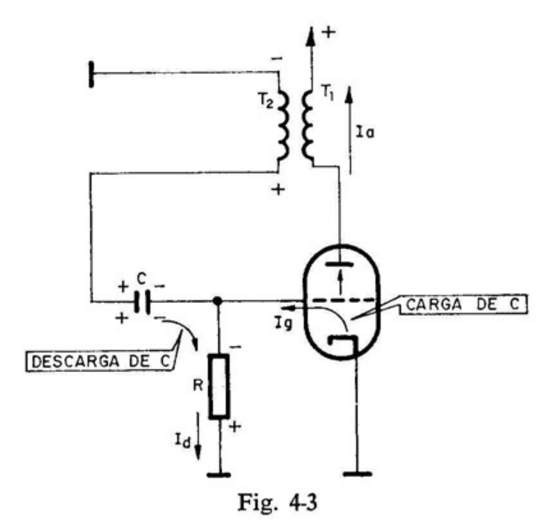



Fig. 4-3

Al conectar el potencial positivo a la placa a través del devanado primario $T_1$ comienza a circular por él una intensidad $I_a$ creciente, que induce en el secundario $T_2$ una tensión con la polaridad indicada en la figura 4-3, de forma que la rejilla de la válvula se hace positiva.

La polarización positiva de la rejilla de control ocasiona dos fenómenos simultáneos:

1) La circulación de corriente por la rejilla carga el condensador *C*, según la figura.

2) La creciente tensión positiva de rejilla origina un continuo aumento de la corriente que circula por la válvula, hasta alcanzar el límite de saturación.

Una vez que la válvula esté saturada, dejará de transferirse energía de $T_1$ a $T_2$, por ser constante la corriente que atraviesa $T_1$, en estas condiciones el condensador comenzará a descargarse a través de *R*, provocando entre sus extremos la polarización indicada en la figura 4-3, de forma que llega a bloquear la válvula por el alto potencial negativo que alcanza la rejilla de control. Este bloqueo sólo dura hasta que el condensador se descarga: luego, la válvula conduce de nuevo y se repite el ciclo que hemos descrito.

La frecuencia de las oscilaciones depende de los valores de la resistencia *R* y el condensador *C*.

## EJERCICIOS DE LA LECCION 4.ª

Márquese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — El oscilador de bloqueo se caracteriza por:

*a)* Disponer de un circuito tanque.
*b)* La válvula está siempre bloqueada.
*c)* La válvula se bloquea y desbloquea en cada ciclo.

2.ª PREGUNTA. — El oscilador de desplazamiento de fase:

*a)* Se autoalimenta.
*b)* Requiere un circuito tanque.
*c)* Precisa de redes *R-C* para polarizar la placa de la válvula.

3.ª PREGUNTA. — Los cristales de cuarzo:

*a)* Producen una tensión de frecuencia variable al presionarlos.
*b)* Producen una tensión de frecuencia fija al presionarlos.
*c)* Producen ondas electromagnéticas al presionarlos.

4.ª PREGUNTA. — En el oscilador de cristal, éste sustituye a:

*a)* La válvula.
*b)* El circuito tanque.
*c)* La polarización.

1.er PROBLEMA

Calcular la frecuencia que produce un oscilador de desplazamiento de fase en el que la red *R-C* está formada por tres resistencias de 100 KΩ y tres condensadores de 10 μF.

LECCION **5**

# MULTIVIBRADORES

## INTRODUCCION

Cuando no se trata de producir tensiones alternas y lo que se pretende es obtener señales cuadradas se utilizan unos circuitos a base de dos válvulas, sin circuito tanque, denominados «multivibradores».

## MULTIVIBRADOR INESTABLE

Es un circuito simétrico formado por dos etapas iguales, con el mismo tipo de válvula y circuito auxiliar en cada una. Se ca-

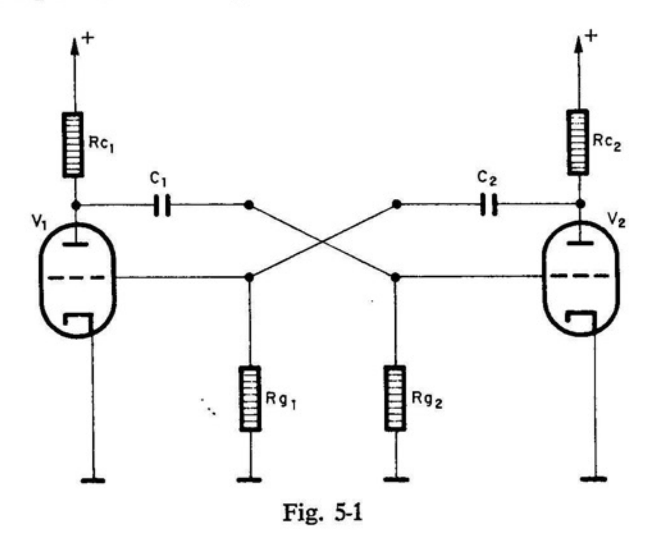



Fig. 5-1

racteriza porque mientras una válvula conduce la otra está bloqueada, y viceversa, no coincidiendo en ningún momento el estado de las dos. El esquema del multivibrador inestable es el de la figura 5-1.

$V_1$ y $V_2$ son idénticas, pero sus características diferirán algo por la imposibilidad de construir dos válvulas completamente iguales. Esto implica que al conectar la tensión de alimentación una de ellas conducirá más corriente electrónica que la otra. Si en principio circula más intensidad por $V_1$, la caída de tensión en su resistencia de carga $R_{c1}$ será mayor que la existente en $R_{c2}$, por lo que la tensión de placa de $V_1$ será inferior a la de $V_2$.

Para seguir el desarrollo de un ciclo, supongamos que $C_1$ está cargado con la tensión de alimentación, como se representa en la figura 5-2. Luego se razonará este estado inicial del que se parte.

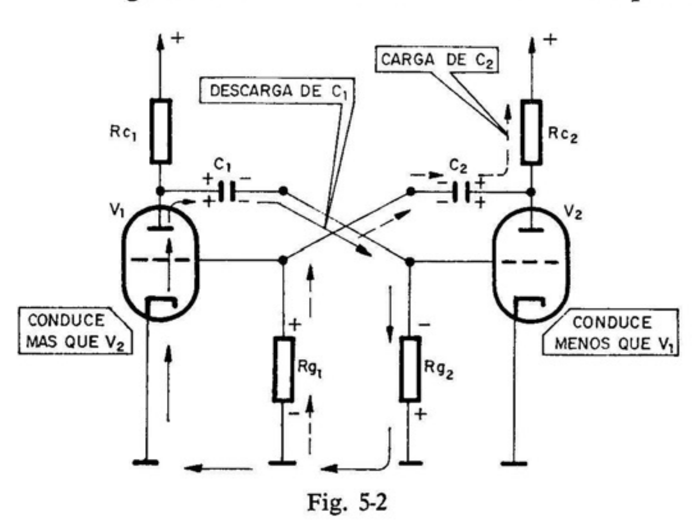



Fig. 5-2

Si $V_1$ conduce más que $V_2$, a través de la primera el condensador $C_1$ se descarga más intensamente por $R_{g2}$ y $V_1$ que el $C_2$ lo hace por $R_{g1}$ y $V_2$, con lo que se eleva la tensión negativa de rejilla de $V_2$ a causa de la polarización de $R_{g2}$, hasta que $V_2$ se bloquea. Además de producir la descarga de $C_1$ el bloqueo de $V_2$, por la tensión creada en $R_{g2}$, el condensador $C_2$ comienza a cargarse, al tener una alta tensión la placa de $V_2$, bloqueada, lo que origina en $R_{g1}$ una caída de tensión que ayuda aún más la conducción de $V_1$.

Al descargarse por completo $C_1$ desaparece la tensión de bloqueo de $V_2$, la cual inicia la conducción, rebajando su tensión de

placa por este motivo y provocando la descarga de $C_2$ por $R_{g1}$ y $V_2$. La descarga de $C_2$ conlleva el bloqueo de $V_1$, por el potencial provocado en $R_{g1}$ y comienza a cargarse de nuevo el condensador $C_1$, al subir la tensión del ánodo de $V_1$ al quedar bloqueada. Esta fase del ciclo de trabajo del multivibrador se representa en la figura 5-3.

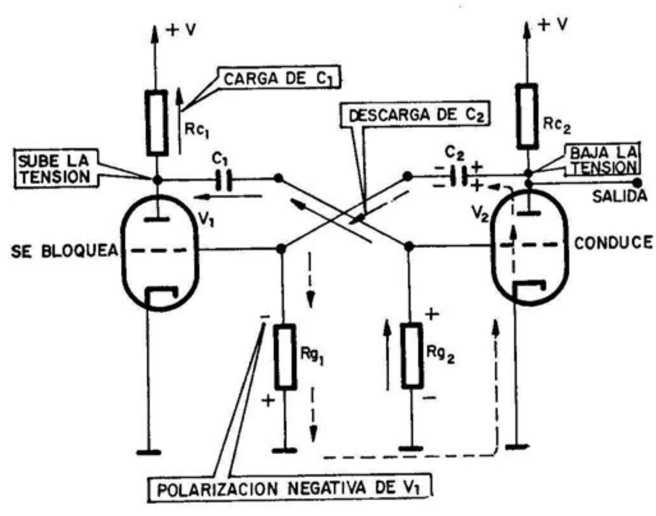



Fig. 5-3

Una vez que $C_1$ se ha cargado y $C_2$ se descarga, el circuito reanuda el funcionamiento descrito desde la posición de partida, que ahora queda justificada.

La salida del multivibrador suele ser la placa de $V_2$ y proporciona una señal de onda cuadrada, de tal forma que la tención es máxima ($+ V$) cuando $V_2$ está bloqueada y prácticamente 0 cuando conduce en saturación, según el gráfico de la figura 5-4.

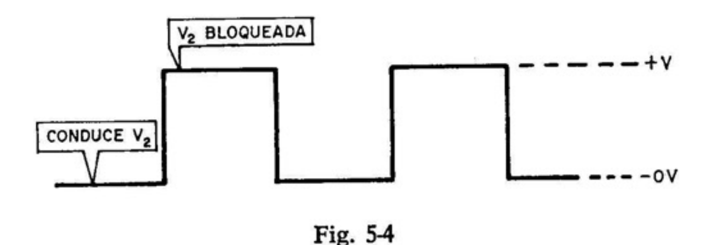



Fig. 5-4

La frecuencia de los ciclos de onda cuadrada depende del tiempo de carga y descarga de los condensadores $C_1$ y $C_2$, o sea, de las constantes de tiempo formadas, en el primer caso, por $R_{g1}$ y $C_2$ y, en el segundo, por $R_{g2}$ y $C_1$.

## MULTIVIBRADOR MONOESTABLE

El multivibrador comentado anteriormente se caracteriza por poseer dos estados no estables, uno de los cuales supone la conducción de una válvula y el bloqueo de la otra, mientras que en el otro sucede lo contrario. El paso de un estado a otro es automático y depende de la constante de tiempo *R-C*, pero la frecuencia de salida no suele ser muy constante.

Utilizando el mismo circuito del multivibrador inestable, pero aplicando a la rejilla de $V_2$ una tensión muy negativa, se consigue su bloqueo, a la vez que la conducción de $V_1$. Este estado, con $V_2$ bloqueada y $V_1$ conduciendo, se mantiene indefinidamente, hasta que se aplique una tensión negativa a la rejilla de $V_1$ que anule su conducción y desbloquee $V_2$, pero en este último estado sólo permanece el circuito hasta la descarga de $C_1$, con lo que vuelve el conjunto a su estado inicial.

En consecuencia, el cambio del estado estable del circuito (de aquí el nombre de «monoestable» y que es el que tiene a $V_2$ bloqueada y conduciendo a $V_1$) se lleva a cabo con la llegada de impulsos negativos a la rejilla de $V_1$. Por lo tanto, se puede controlar exteriormente.

## MULTIVIBRADOR BIESTABLE O FLIP-FLOP

Es un circuito similar al multivibrador inestable, en el que se han sustituido los condensadores $C_1$ y $C_2$ por dos resistencias, $R_1$ y $R_2$, según se muestra en la figura 5-5.

Las rejillas de control pueden recibir dos señales:

*a)* Una tensión negativa, que impulsa al multivibrador a trabajar normalmente en un estado definido, que en este caso consistirá en que $V_1$ conduzca y $V_2$ esté bloqueada.

*b)* Impulsos de tensión que llegan a las rejillas control de las dos válvulas a través de los condensadores $C_1$ y $C_2$ (figura 5-5).

Estando el multivibrador con $V_1$ conduciendo y $V_2$ bloqueada, al llegar un impulso positivo a las dos rejillas $V_1$ sigue conducien-

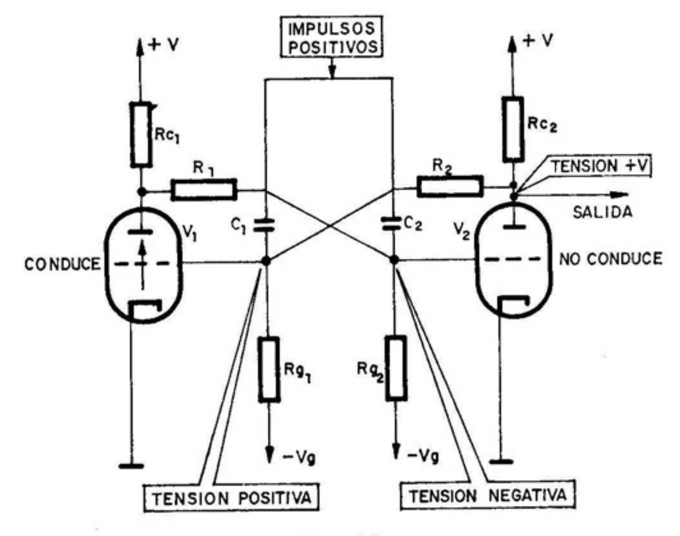



Fig. 5-5

do en saturación, mientras que $V_2$ comienza a conducir. Esto provoca una disminución de su tensión positiva de placa, que al polarizar a través de $R_2$ la rejilla de $V_1$ hace que ésta aumente su

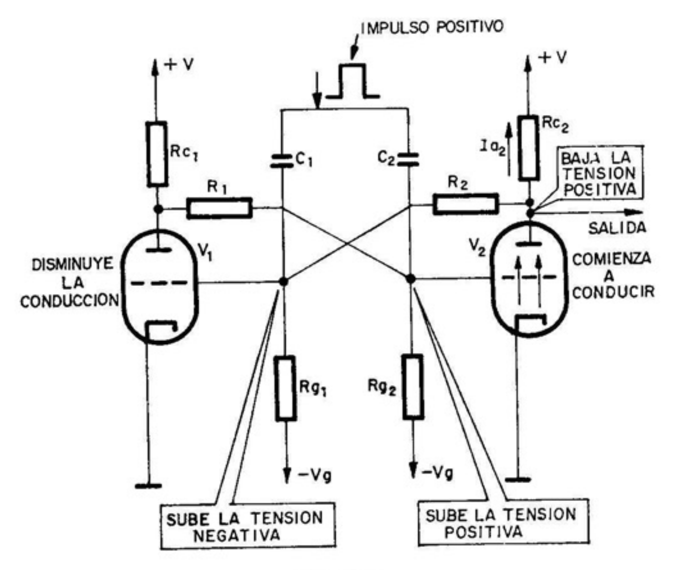



Fig. 5-6

potencial negativo y reduzca su corriente anódica, lo que origina un incremento de su potencial de placa. Como este potencial se aplica a la rejilla de control de $V_2$, ésta aumenta aún más su conducción, disminuyendo la tensión en su placa y consecuentemente la corriente de $V_1$, hasta que se bloquea esta última, apareciendo en su ánodo toda la tensión de alimentación + $V$, que hace que $V_2$ pase al estado de saturación por medio de $R_1$. El comienzo de la transición de estados con la llegada de un impulso positivo se representa gráficamente en la figura 5-6.

Con este multivibrador se produce un cambio de estado en la conducción recíproca de las dos válvulas cada vez que llega un impulso positivo a sus rejillas. Una vez cambiado el estado del flip-flop con la llegada de un impulso positivo, para volver al estado inicial se precisa otro impulso, luego por cada dos impulsos se produce un ciclo completo y, por tanto, la formación de una onda cuadrada, como se representa en la figura 5-7.

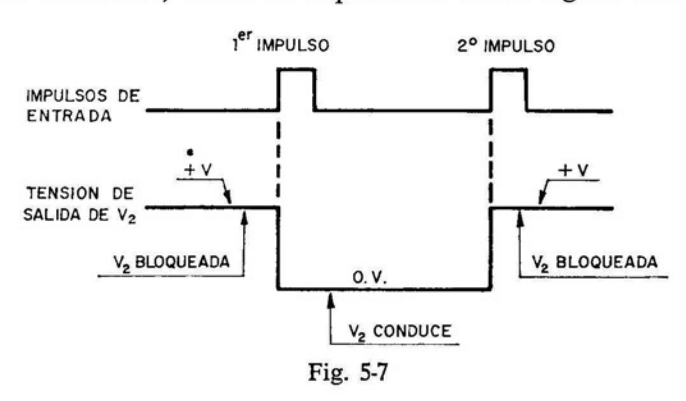



Fig. 5-7

Este multivibrador se puede considerar como divisor por dos, ya que saca un ciclo por cada dos impulsos que recibe. Si colocamos dos multivibradores en cascada, de forma que la salida del primero alimente la entrada del segundo, se forma un divisor por cuatro, circuito que se representa en la figura 5-8, en la que se aprecia la forma habitual de esquematizar gráficamente los flip-flops.

Dadas las características de estos circuitos son muy usados en los contadores de sistemas de cómputo y en el tratamiento de señales de frecuencia elevada.

*Advertencia:* La posibilidad de obtener ondas cuadradas en los multivibradores se basa en hacer trabajar las válvulas que los

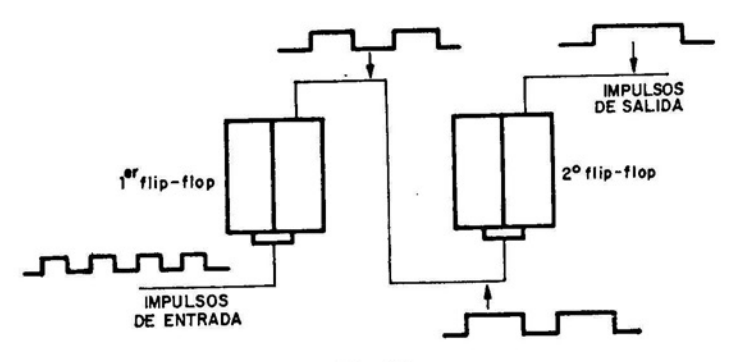



Fig. 5-8

componen en dos estados opuestos: o conduciendo en saturación o bloqueadas. Al explicar los circuitos anteriores, para pasar del estado de bloqueo de una válvula al de su conducción, el proceso parecía lento, lo cual sólo sucede en la teoría y por motivos didácticos, siendo el tiempo de tránsito de un estado a otro muy rápido en la práctica.

## EJERCICIOS DE LA LECCION 5.ª

Márquese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — Las dos válvulas del multivibrador inestable:

*a)* Conducen ambas a la vez.
*b)* Conducen alternativamente.
*c)* Se bloquean a la vez.

2.ª PREGUNTA. — Los multivibradores generan:

*a)* Corrientes alternas.
*b)* Ondas de forma cuadrada.
*c)* Ondas de forma diversa.

3.ª PREGUNTA. — El multivibrador monoestable:

*a)* Normalmente, siempre conduce la misma válvula y está bloqueada la otra.
*b)* Cambia la conducción de las válvulas automáticamente.
*c)* Una válvula siempre está bloqueada.

4.ª PREGUNTA. — El multivibrador biestable:

*a)* Cambia la conducción de las válvulas constantemente.
*b)* Cambia la conducción de las válvulas cada cierto tiempo.
*c)* Cambia la conducción o estado de las válvulas cada vez que se le aplica un impulso exterior.

5.ª PREGUNTA. — Colocando tres flip-flops en cascada se consigue:

*a)* Formar un divisor por 3.
*b)* Formar un divisor por 8.
*c)* Formar un divisor por 6.

LECCION 6

# LA TRANSMISION EN RADIODIFUSION

## INTRODUCCION

Estudiadas las tres partes de que se compone la Electrónica general —fuentes de alimentación, amplificadores y generadores de señales— se pretende ahora ensamblarlas para construir un receptor de radio, que, además de ser un aparato de uso muy extendido, contiene todos los circuitos más importantes que se han comentado.

Esta lección y las siguientes de la parte teórica de este tomo constituyen la aplicación de los conocimientos ya adquiridos a un circuito concreto, y su finalidad es la de familiarizar al lector con la interpretación de esquemas y las formas de interconexión de los sistemas básicos analizados.

Para poder entender el funcionamiento correcto de un receptor de radio es preciso comenzar por algunas ideas sobre la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas, tanto de baja como de alta frecuencia.

## FRECUENCIAS AUDIBLES O DE BAJA FRECUENCIA

Al caer una piedra en un estanque se producen unas ondas en el agua que se van propagando por ella al mismo tiempo que amortiguándose. Cuando se golpea un cuerpo, vibra y esas vibraciones mueven el aire que lo rodea, aumentando y disminuyendo su presión, lo que origina unas ondas de presión que se transmi-

ten de partícula en partícula por el aire, de forma parecida a lo que sucedía en el agua del estanque. Si las ondas de presión transmitidas por el aire llegan a nuestros oídos sentimos la sensación de sonido al vibrar el tímpano y recoger el cerebro los impulsos que provocan. Sin embargo, para que el oído humano sea sensible a esas variaciones de presión es necesario que las frecuencias de las vibraciones estén comprendidas entre los 100 y los 20.000 hercios aproximadamente; a las frecuencias comprendidas entre estos límites se les llama «audiofrecuencia» o «baja frecuencia», siendo el sonido más agudo cuanto más elevada es la frecuencia.

La radiodifusión trata de transmitir mensajes y sonidos audibles a larga distancia y rápidamente, cosa que el sonido directamente no puede proporcionar, dados los inconvenientes que tiene y que a continuación se citan:

1) La velocidad del sonido en el aire es muy baja, del orden de los 340 m/s.

2) El sonido se amortigua rápidamente: apenas puede alcanzar un centenar de metros con un nivel audible.

3) El sonido no puede atravesar ningún obstáculo.

Por otra parte, las ondas electromagnéticas tienen las siguientes propiedades:

1) La velocidad de propagación es muy alta: 300.000 Km/s.

2) Pueden superar cualquier tipo de obstáculo e incluso algunas de las que salen hacia arriba rebotan en ciertas capas de la atmósfera y regresan a la tierra.

El gran inconveniente de las ondas electromagnéticas es que las frecuencias útiles para la radiodifusión son mayores de los 100.000 Hz, o sea, son inaudibles.

Para paliar los inconvenientes de las bajas frecuencias con las cualidades de las ondas electromagnéticas, usaremos estas últimas para transportar las primeras. Para realizar esta misión existen dos procedimientos que se describen a continuación.

## LA MODULACION DE AMPLITUD, A.M.

Para poder transmitir a gran distancia las bajas frecuencias audibles se usan las ondas electromagnéticas de alta frecuencia como «portadoras» de las primeras: de esta forma las ondas electromagnéticas han de contener y transportar de alguna forma la B.F.

Modular en amplitud una señal alterna consiste en modificar su amplitud con arreglo a un cierto ritmo. Si en una corriente alterna de elevada frecuencia se alteran sus semiciclos según las variaciones de la tensión de otra señal de baja frecuencia se logra la A.M., en la que la frecuencia transmitida es la de alta frecuencia, con sus características propias, pero ésta actúa como portadora de la señal audible que se obtiene uniendo los picos de sus semiciclos. En la figura 6-1 se muestra la forma de conseguir la A.M.

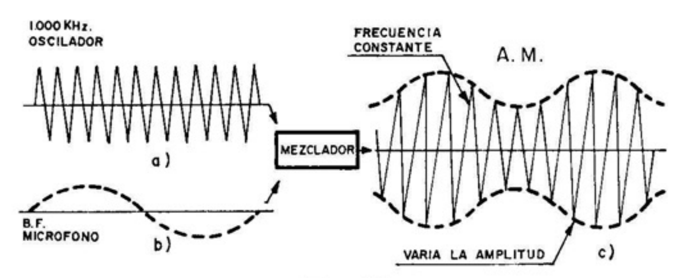



Fig. 6-1

La señal de alta frecuencia está representada en la figura 6-1, *a*, Por facilidad en el dibujo se ha hecho con los picos de los semiciclos puntiagudos, pero téngase en cuenta que se trata de c.a., de 1.000 KHz. En la figura 6-1, *b*, se muestra la señal de B.F. que se desea transmitir y en la 6-1, *c*, la mezcla de las señales anteriores para producir la modulación de amplitud de la señal de alta frecuencia alterando la amplitud de sus semiciclos con la señal de B.F.

## PROFUNDIDAD DE MODULACION

Se llama profundidad de modulación a la relación en tanto por ciento entre el valor de la tensión de baja frecuencia moduladora y el de la alta frecuencia. La fórmula que expresa el valor de esta característica es la siguiente:

$$M = \frac{E_b}{E_a} 100 \%$$

Para conseguir el 100 % de profundidad de modulación será preciso que las dos amplitudes de las dos frecuencias coincidan, $E_b = E_a$, como se indica en la figura 6-2.

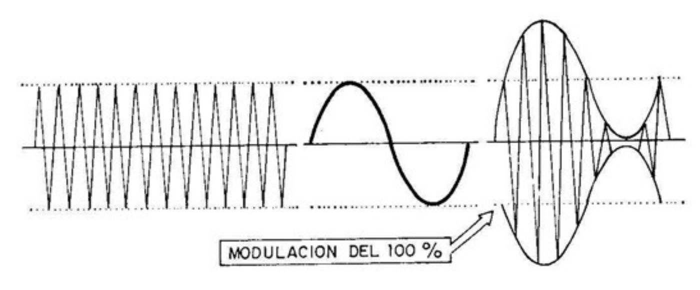



Fig. 6-2

## ESQUEMA GENERAL DE TRANSMISION INALAMBRICA

Toda emisora cuenta con un oscilador que genera una señal alterna fija de elevada frecuencia, del orden de los 1.000 KHz, y que caracteriza a dicha emisora. La tensión del oscilador se modula en amplitud con las bajas frecuencias que se generan en los estudios de grabación y producción de la emisora: se obtiene así una señal cuya amplitud varía con el ritmo de la baja frecuencia (palabra, música, etc.). Esta señal de A.M. se lanza al espacio por medio de una antena y es recogida por otra conectada a un receptor de radio a cierta distancia. El receptor tiene la misión de reproducir en su altavoz la baja frecuencia moduladora, es decir, la palabra o la música.

## LA MODULACION DE FRECUENCIA, F.M.

El otro procedimiento para transportar las bajas frecuencias utilizando las frecuencias elevadas en el denominado «modulación

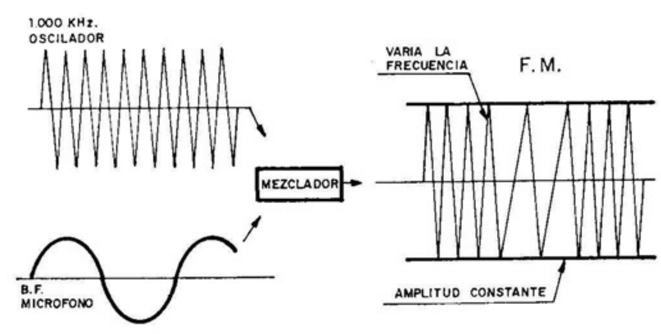



Fig. 6-3

de frecuencia» y consiste, al igual que la A.M., en mezclar la alta frecuencia del oscilador con la baja de los estudios, obteniéndose una señal de alta frecuencia cuya amplitud se mantiene constante, pero cuya frecuencia varía con el ritmo de la baja frecuencia que la modula. Técnicamente este sistema es más idóneo y la formación de su señal se representa en la figura 6-3.

En resumen, un receptor de radio puede recibir en su antena la señal de una emisora de A.M., cuya amplitud varía al ritmo del sonido, o una señal de una emisora de F.M., en la que varía la frecuencia. Su misión es obtener de dicha señal la de baja frecuencia que transporta y, una vez amplificada convenientemente, aplicarla al altavoz que posee para reproducirla.

## EJERCICIOS DE LA LECCION 6.ª

Márquese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA.—La modulación de amplitud consiste en:

*a)* Variar la amplitud al ritmo de la frecuencia.
*b)* Variar la frecuencia al ritmo de la amplitud.
*c)* Variar la amplitud de la alta frecuencia al ritmo de la baja frecuencia.

2.ª PREGUNTA.—La modulación de frecuencia consiste en:

*a)* Variar la frecuencia al ritmo de la A.F. de la emisora.
*b)* Variar la frecuencia al ritmo de la señal de B.F.
*c)* Variar la frecuencia al ritmo de la F.I.

3.ª PREGUNTA.—La velocidad con que se propaga el sonido por el aire es:

*a)* 300.000 m/s.
*b)* 300.000 km/s.
*c)* 340 m/s.

4.ª PREGUNTA.—El inconveniente de las ondas electromagnéticas para su uso en radiodifusión es:

*a)* Son muy lentas.
*b)* Las detiene cualquier obstáculo.
*c)* No son audibles.

5.ª PREGUNTA.—Un receptor de radio reproduce en su altavoz:

*a)* La señal de B.F. que transporta la A.F.
*b)* La señal de A.M.
*c)* La señal que emite la antena de la emisora.

LECCION 7

# LAS ANTENAS

## INTRODUCCION

Se ha comentado en la lección precedente que las antenas sirven para lanzar al espacio las señales de A.M. y F.M., así como para recogerlas. Por otro lado, en la antena de un receptor de radio se recogen multitud de pequeñas tensiones pertenecientes a diferentes emisoras, de las que sólo una nos interesa escuchar. Tanto la antena como la selección de una emisora y su posterior amplificación requieren la utilización de bobinas y condensadores formando circuitos resonantes serie o paralelo. Por este motivo se recuerdan a continuación brevemente las características más importantes de estos circuitos resonantes ya estudiados en el tomo anterior.

## RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CIRCUITOS RESONANTES

Hay dos tipos de circuitos resonantes, el paralelo y el serie, ambos formados por un condensador y una bobina, pero en el primer caso colocados en paralelo y en el segundo en serie. Como se usarán bastante en los temas siguientes, repasaremos ahora sus propiedades más importantes.

Circuito paralelo:

Compuesto por una bobina conectada en paraledo con un condensador, tiene como característica fundamental la elevadísima impedancia que presenta a una tensión cuya frecuencia coincida

con la suya de resonancia ($f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$), teóricamente infinita. En cambio, la resistencia conjunta del circuito resonante paralelo va disminuyendo cada vez más a medida que la frecuencia de la tensión que se le aplica se aleja de la de resonancia. En la figura 7-1 se muestra el circuito paralelo y el gráfico que relaciona la impedancia que presenta a las diferentes frecuencias, alrededor de la de resonancia, $f_0$.

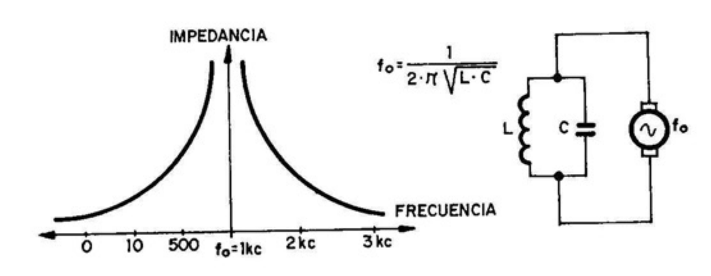



Fig. 7-1

Los circuitos resonantes paralelo se emplean en los amplificadores sintonizados de alta frecuencia, como el que se montó en la parte práctica del tomo anterior a base de la UF 89, y también se emplearán para el mismo fin en la UCH 81. Un amplificador posee un factor de amplificación tanto más grande cuanto mayor sea la resistencia de placa de la válvula que lo constituye; si se coloca como carga un circuito resonante paralelo sintonizado a cierta frecuencia de resonancia, su impedancia es muy elevada en dicha frecuencia y también su amplificación, mientras que prácticamente no amplifica las demás frecuencias.

Circuito serie:

Está formado por una bobina con un condensador. Su circuito, mostrado en la figura 7-2, viene completado con una resistencia *R*, que representa la del propio hilo de la bobina.

Al aplicar al circuito serie una tensión cuya frecuencia sea la suya de resonancia, el voltaje que aparece entre extremos de la bobina, similar al que hay entre las armaduras del condensador, es *Q* veces mayor que el que se ha aplicado al conjunto. A este fenómeno se le denomina «sobretensión» y sólo sucede en la frecuencia de resonancia $f_0$. En otras frecuencias los voltajes obtenidos en la bobina y el condensador son mucho menores.

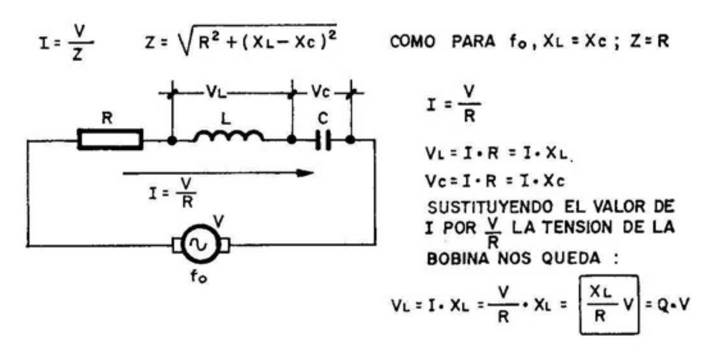



Fig. 7-2

$Q$ es el denominado «factor de calidad» y depende de las características de la bobina, viniendo dado por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{X_L}{R}$$

El circuito resonante serie se utiliza para escoger una emisora entre todas las que llegan a la antena. La emisora cuya frecuencia coincida con la de resonancia del circuito serie colocado detrás de la antena producirá en la bobina una tensión muy grande, $Q$ veces mayor que la que ha recogido la propia antena, mientras que las demás emisoras de frecuencias diferentes, al no sufrir el fenómeno de sobretensión, producen tanto en la bobina como en el condensador una tensión tan pequeña que no se aprecia en el receptor. Para poder seleccionar una entre varias emisoras hay que variar la frecuencia de resonancia, por lo que en el circuito de la figura 7-3 se ha colocado para tal fin un condensador variable.




Fig. 7-3

Fig. 7-4

## EL CAMPO ELECTRICO.
## CAMPO DE UN CONDENSADOR

Cuando un cuerpo está cargado positiva o negativamente existe alrededor de él un espacio en donde se manifiestan fuerzas de atracción o repulsión sobre otras cargas eléctricas. A este espacio se le denomina «campo eléctrico». En la figura 7-4 se presenta un cuerpo cargado eléctricamente y el campo que lo rodea, donde manifiesta su acción eléctrica.

De forma similar, cuando un condensador está cargado, aparece entre sus armaduras un campo eléctrico, que se representa como en la figura 7-5 por una serie de flechas que se dirigen desde la armadura negativa a la positiva.

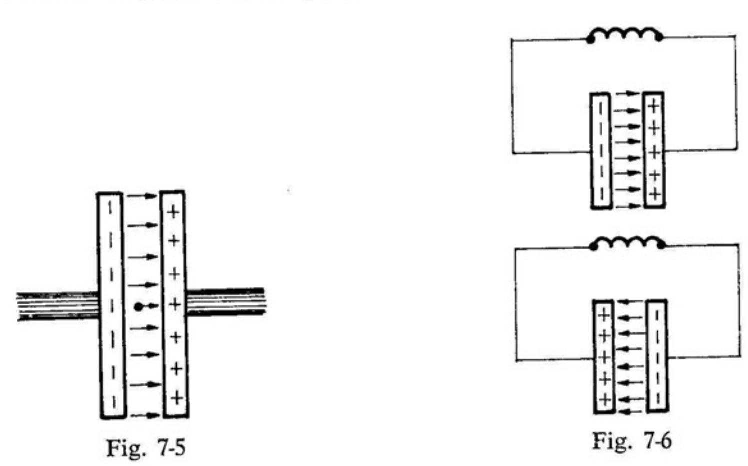


Fig. 7-5

Fig. 7-6

## CAMPO CREADO POR UN CIRCUITO OSCILANTE

Un circuito oscilante formado por una bobina y un condensador en paralelo origina una corriente alterna, como ya se estudió en el tema de los osciladores, debido a las cargas y descargas del condensador. En consecuencia, entre las armaduras de éste la polaridad está cambiando constantemente y el campo eléctrico que se crea entre ellas también, como se representa en la figura 7-6.

Si en el circuito oscilante se van separando poco a poco las armaduras del condensador, el campo eléctrico existente entre ellas, sale hacia fuera cada vez más, llegando un momento, cuan-

do las armaduras queden colocadas diametralmente opuestas, en que el campo eléctrico sale en todas las direcciones. Este proceso se expone gráficamente en la figura 7-7.

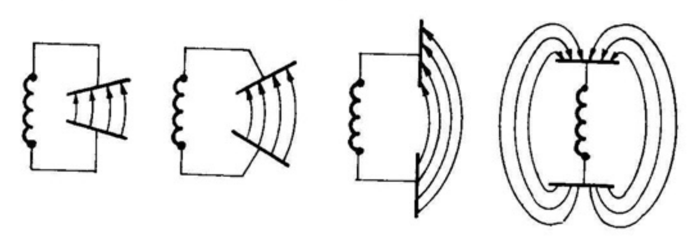


Fig. 7-7

Una carga negativa situada entre las armaduras del condensador se desplazaría como indican las flechas que representan el campo y se denominan «líneas de fuerza», teniendo en cuenta que el sentido de las mismas cambia constantemente.

## LA ANTENA

La misión que tiene una antena es emitir ondas electromagnéticas en todas las direcciones. Por eso usaremos como antena un circuito oscilante como el analizado en la pregunta anterior, con las armaduras del condensador diametralmente opuestas. El campo eléctrico producido se transmitirá en todas las direcciones y a una velocidad de 300.000 Km/s. La figura 7-8 representa una antena teórica.

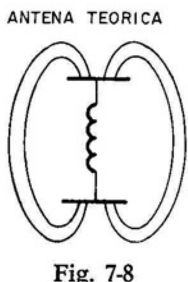



Fig. 7-8

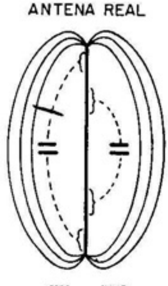



Fig. 7-9

En la práctica, las antenas que usan las emisoras consisten en un cable metálico, largo y vertical, que se comporta como el

circuito oscilante descrito. En la figura 7-9 se muestra la antena real.

La antena real utiliza como bobina la pequeña autoinducción que presenta el propio cable y como condensador la escasa capacidad que aparece en el cable, formando pequeños condensadores entre las partes superiores de él y las simétricas inferiores.

Las ondas electromagnéticas que lanza la antena emisora en todas direcciones pueden ser recogidas por antenas receptoras, que también serán circuitos oscilantes análogos y en la práctica «cables». Al cortar la antena receptora las ondas producidas por la emisora, se produce en ella una pequeña tensión, cuyo valor dependerá de los siguientes factores:

1) Distancia entre la antena receptora y la emisora.
2) Potencia de emisión.
3) Condiciones climatológicas.
4) Longitud y disposición de la antena receptora.

Se puede considerar que la antena emisora se comporta como el primario de un transformador y la receptora como secundario, según se aprecia en la figura 7-10.

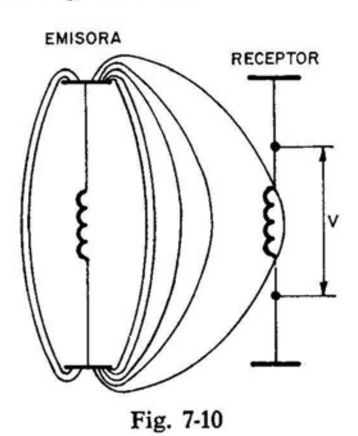



Fig. 7-10

## FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA DE UNA EMISORA

Se llama frecuencia de una emisora al número de ciclos por segundo (hercios) con que transmite, la cual debe ser diferente a la del resto de las emisoras para evitar interferencias entre ellas.

Se llama longitud de onda a la distancia en metros que ocupa un ciclo. Como las ondas electromagnéticas se desplazan con una velocidad de 300.000 Km/s = 300.000.000 m/s, la longitud de cada ciclo se halla dividiendo 300.000.000 por el número de ciclos que hay en un segundo. Así, por ejemplo, si una emisora como Radio San Sebastián tiene una frecuencia de 1.000 KHz = 1.000.000 Hz, para hallar su longitud de onda, $\lambda$, se aplicará la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{300.000.000}{f} = \frac{300.000.000}{1.000.000} = 300 \text{ m}$$

Este cálculo queda representado gráficamente en la figura 7-11.

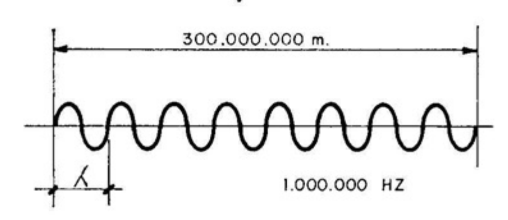



Fig. 7-11

## MARGENES DE FRECUENCIA

Las frecuencias de transmisión de radiodifusión en A.M. se dividen en bandas, que son las siguientes:

Onda larga: De 150 a 375 KHz, que corresponde a unas longitudes de onda de 2.000 a 800 metros. Muy poco utilizada en la actualidad y sólo de alcance provincial muy pequeño.

Onda media: De 500 a 1.500 KHz aproximadamente, lo que supone unas longitudes de onda de 600 a 200 metros. Utilizadas por las emisoras de carácter regional o nacional.

Onda corta: De 6 a 20 MHz, que representa un margen de longitud de onda de 50 a 15 metros. Usadas por las emisoras de eco internacional de largo alcance.

## LAS BANDAS LATERALES

La transmisión por modulación de amplitud consiste en emitir una señal cuya amplitud se hace variar con el ritmo de la

baja frecuencia o sonido. La señal de alta frecuencia, de amplitud variable, es la que fija la frecuencia de transmisión. Si una emisora emite en 1.000 KHz, quiere decir que la tensión de alta frecuencia cuya amplitud se hace variar es de esa frecuencia. Pero las emisoras no transmiten con una frecuencia fija, sino que en todo momento emiten, además de su frecuencia fundamental, en otras dos: su frecuencia propia más la de baja frecuencia y su frecuencia propia menos la de baja frecuencia que porta en ese momento.

Si la emisora tiene una frecuencia teórica $F_1$, cuando la baja frecuencia que porta es $f_1$, realmente está transmitiendo en $F_1 + f_1$ y en $F_1 — f_1$. Cuando la baja frecuencia valga $f_2$, transmitirá en $F_1 + f_2$ y $F_1 — f_2$. En el caso de que la mayor baja frecuencia transmitida sea de 4,5 KHz, como mucho la emisora podrá llegar a transmitir en $F_1 \pm 4{,}5$ KH. A cada emisora habrá que reservar en este caso 9 KHz en la onda con que transmita, exactamente 4,5 KHz a cada lado de la frecuencia teórica, tal como se muestra en la figura 7-12 para el caso de una emisora de 1.000 KHz.

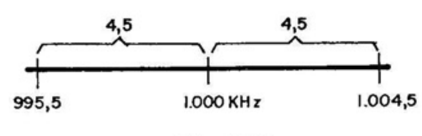



Fig. 7-12

En realidad las bajas frecuencias llegan hasta 20.000 Hz, pero para que cada emisora no ocupe un margen excesivo sólo transmiten hasta 4,5 KHz, en sacrificio de la calidad de audición o de la fidelidad de la misma..

Recibe el nombre de canal el margen de 9 KHz que ocupa cada emisora. La mitad derecha de cada canal, 4,5 KHz, recibe el nombre de «banda lateral superior» y la mitad izquierda el de «banda lateral inferior».

## EJERCICIOS DE LA LECCION 7.ª

Márquese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — El circuito resonante paralelo:

*a)* Presenta una gran resistencia a la frecuencia de resonancia.
*b)* Presenta un efecto de sobretensión a la frecuencia de resonancia.
*c)* Presenta resistencia nula a la frecuencia de resonancia.

2.ª PREGUNTA. — El efecto de sobretensión depende:

*a)* Del valor de la bobina y el condensador.
*b)* De la resistencia del hilo de la bobina.
*c)* De la autoinducción y de la resistencia interna de la bobina.

3.ª PREGUNTA. — El campo eléctrico que rodea a un cuerpo cargado eléctricamente depende:

*a)* De su volumen.
*b)* De la carga que tiene.
*c)* De las demás cargas que lo rodean.

4.ª PREGUNTA. — La antena está compuesta de:

*a)* Un condensador con las armaduras diametralmente opuestas.
*b)* Una bobina y un condensador.
*c)* La autoinducción de un cable.

5.ª PREGUNTA. — Cada banda lateral en A.M. ocupa en radiodifusión:

*a)* 20.000 Hz.
*b)* 4.500 Hz.
*c)* 1.000 KHx.

LECCION **8**

# LA RADIO DE GALENA

## GENERALIDADES

El receptor de galena es el más sencillo de los conocidos, pero por reunir todas las etapas esenciales de una radio es paso obligado para alcanzar otros sistemas más perfectos y complicados. Su alcance y potencia es tan pequeño que sólo reproduce el sonido en unos altavoces diminutos denominados auriculares y que hay que aplicarlos al oído para escuchar sólo las emisoras más cercanas y potentes.

Estas radios reciben el apelativo «de galena» porque utilizan en su circuito un diodo, que en un principio era un trozo de mineral de galena (sulfuro de plomo), el cual presenta las mismas características que las válvulas diodos, ya conocidas, pues sólo deja pasar la corriente en un sentido. El circuito clásico de un receptor de radio de galena es el que se muestra en la figura 8-1.

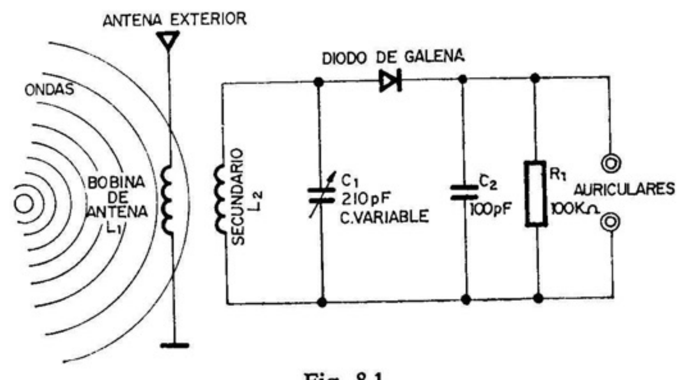



Fig. 8-1

En la actualidad, en lugar de usar diodos de galena se prefieren de germanio y silicio, teniendo todos ellos el mismo símbolo gráfico, formado por una flecha que simboliza el ánodo y una raya vertical que representa al cátodo, según se refleja en la figura 8-2.

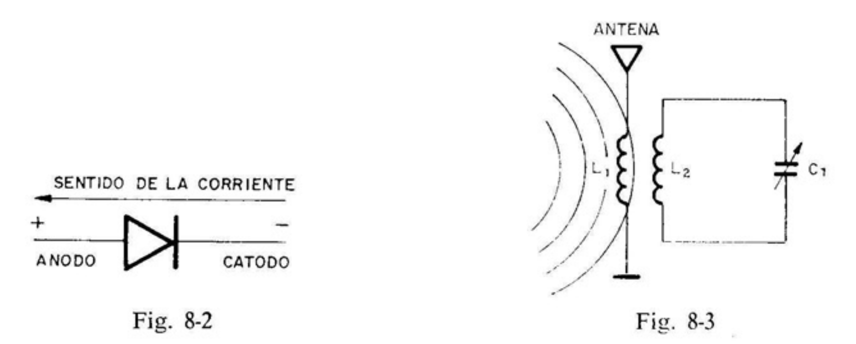



Fig. 8-2

Fig. 8-3

## CIRCUITO DE SINTONIA

Es la parte del receptor de radio de galena encargada de seleccionar y sintonizar una sola emisora de todas las que llegan a la antena. Dicho circuito está formado por las bobinas $L_1$ y $L_2$, junto con el condensador variable $C_1$, tal como se representa en la figura 8-3.

La bobina $L_1$ recibe a la vez desde la antena varias señales de todas las emisoras que se captan con suficiente intensidad. $L_1$ induce en $L_2$ una tensión proporcional a cada una de las emisoras captadas. El circuito que forman $L_2$ y $C_1$ es un resonante «serie», aunque no lo parezca a primera vista, pues hay que tener en cuenta que la tensión que recibe desde $L_1$ se considera intercalada entre la bobina y el condensador, como aparece en la figura 8-4.

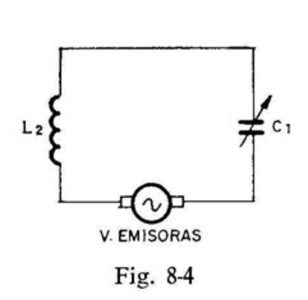



Fig. 8-4

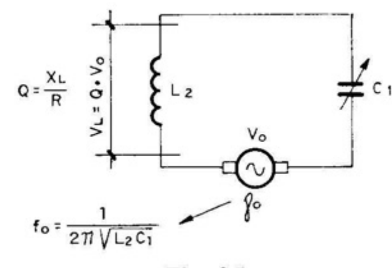



Fig. 8-5

Como se recordará, el circuito serie ($L_2$ - $C_1$) tiene la propiedad de que en la frecuencia de resonancia crea en la bobina una tensión $Q$ veces mayor que la captada por la antena. Luego de todas las emisoras recibidas sólo habrá una cuya frecuencia coincidirá con la de resonancia de $L_2$ y $C_1$, que al ser mucho más potente que las demás es la única capaz de oírse adecuadamente. Alterando la capacidad de $C_1$ varía la frecuencia de resonancia y, consecuentemente, la emisora sintonizada, como se representa en la figura 8-5.

Entre los bornes de la bobina $L_2$ hay infinidad de pequeñísimas tensiones alternas, originadas por una gran variedad de emisoras de diferentes frecuencias. Entre ellas hay una que resulta enormemente grande comparada con todas las demás a consecuencia del efecto de sobretensión del circuito serie $L_2$ - $C_1$ y que precisamente tendrá la misma frecuencia que la de resonancia. Esta tensión y su respectiva emisora es la que prevalece y anula a todas las demás. Tal es, en términos generales, el método más usado para sintonizar y seleccionar emisoras.

## CIRCUITO DE DETECCION

Elegida mediante el circuito anterior la emisora que se desea escuchar, es necesario transformar la señal de A.M. en la baja frecuencia que transporta. El circuito encargado de realizar esta misión se llama «detector», y esquemáticamente es el mostrado en la figura 8-6.

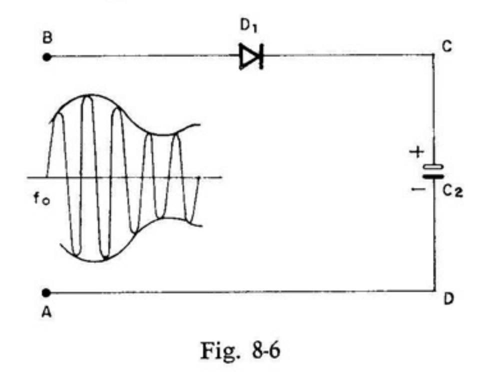



Fig. 8-6

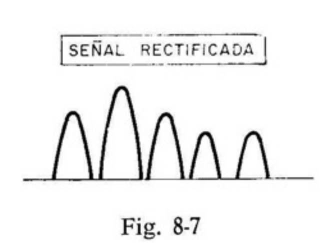



Fig. 8-7

El diodo $D_1$ rectifica la tensión alterna presente entre los bornes $A$ y $B$, que será la de la emisora seleccionada, cuya frecuencia coincida con la $f_0$ de resonancia del circuito $L_2$ - $C_1$. Dicha tensión,

rectificada y que se aplica al condensador $C_2$, es la que está dibujada en la figura 8-7.

La tensión rectificada de la figura 8-7 se aplica al condensador $C_2$, al que carga rápidamente, pues el tiempo de carga depende de la resistencia del circuito y como la única que existe es la directa del diodo, que es muy pequeña, lo hace con rapidez. Entre cada dos semiciclos positivos el condensador $C_2$ trata de descargarse, cosa que no puede hacer a través del diodo, pues al tratar de pasar la corriente por él en sentido contrario le opone una resistencia muy grande. Durante este período la descarga sólo se puede efectuar por la resistencia $R_1$, la cual, por tener un valor mayor que el diodo cuando estaba polarizado directamente, hará que el tiempo de descarga sea mucho mayor que el de carga. $C_2$ se carga pues rápidamente por el diodo y se descarga lentamente a través de $R_1$. La tensión que se obtiene entre las armaduras de $C_2$, similar a la que aparece en la resistencia $R_1$ por estar en paralelo, es la mostrada en la figura 8-8.

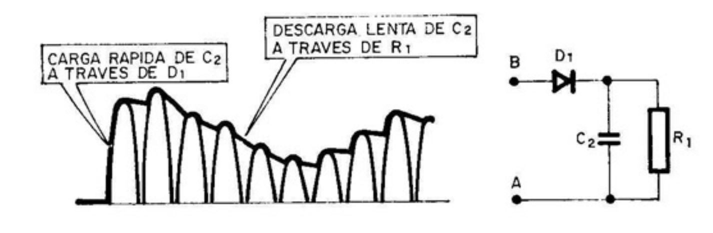



Fig. 8-8

La forma de la tensión que se obtiene entre extremos del condensador $C_2$ es aproximadamente la envolvente de los picos de la alta frecuencia, es decir, la baja frecuencia que transportaba y que se deseaba escuchar. Aplicando entre extremos de $C_2$ o, lo que es lo mismo, de $R_1$ un auricular, que es un diminuto altavoz (uno normal requiere más potencia que la que se obtiene en este circuito) podrá escucharse lo que está transmitiendo la emisora sintonizada.

Este sistema de detección se emplea universalmente en aparatos mucho más complicados que el primitivo de galena.

## EJERCICIOS DE LA LECCION 8.ª

Márquese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — Se llama radio de galena:

*a)* Porque se utilizó la galena para fabricar válvulas.
*b)* Porque se utilizó la galena para fabricar el diodo que contiene.
*c)* Porque se utilizó la galena para sintonizar las emisoras.

2.ª PREGUNTA. — El circuito de sintonía consiste:

*a)* En una antena.
*b)* En un circuito oscilante serie.
*c)* En un circuito oscilante paralelo.

3.ª PREGUNTA. — El circuito de detección:

*a)* Convierte la alta frecuencia en la baja frecuencia que modula su amplitud.
*b)* Rectifica la baja frecuencia.
*c)* Convierte la frecuencia de la emisora en la de resonancia del circuito oscilante.

4.ª PREGUNTA. — El auricular que se usa en la radio de galena:

*a)* Es un altavoz pequeño y de baja potencia.
*b)* Es un altavoz que amplifica la señal.
*c)* Es un altavoz que reduce la señal para escucharla en el oído.

5.ª PREGUNTA. — El condensador de filtro que hay detrás del diodo del circuito de la radio galena sirve para:

*a)* Cargarse lentamente a través del diodo.
*b)* Descargarse rápido por el diodo.
*c)* Descargarse rápidamente por la resistencia que tiene en paralelo.

LECCION 9

# EL RECEPTOR SUPERHETERODINO

## GENERALIDADES

El primer problema que presenta el receptor de galena es su poca sensibilidad, pues sólo es capaz de recibir las emisoras cercanas y potentes. Asimismo, su selectividad —propiedad de separar netamente una emisora de otra— es mala, ya que es frecuente que, aunque se mantenga la escucha de una determinada emisora, entre también otra de elevada potencia, aunque su frecuencia no sea exactamente la de resonancia del receptor. Para mejorar tanto la sensibilidad como la selectividad es preciso amplificar mediante válvulas de vacío la señal que llega por la antena.

El receptor superheterodino, que supera todos los inconvenientes del de «galena», realiza las siguientes operaciones:

1.ª) Rebaja la frecuencia de la emisora que se sintoniza y la convierte en otra fija, llamada *frecuencia intermedia* (F.I.) que suele ser de 470 KHz, con la misma modulación que la primitiva.

Los buenos receptores, antes de realizar esta conversión, amplifican directamente la señal de la emisora seleccionada. La válvula y el circuito destinados a esta misión se denominan «etapa amplificadora de radiofrecuencia o R.F.».

2.ª) Amplifica la F.I. por medio de una válvula de vacío que suele ser un pentodo.

3.ª) Detecta la señal de F.I. amplificada, es decir, obtiene la tensión de baja frecuencia o sonido.

4.ª) Eleva la señal de baja frecuencia mediante una etapa amplificadora de tensión.

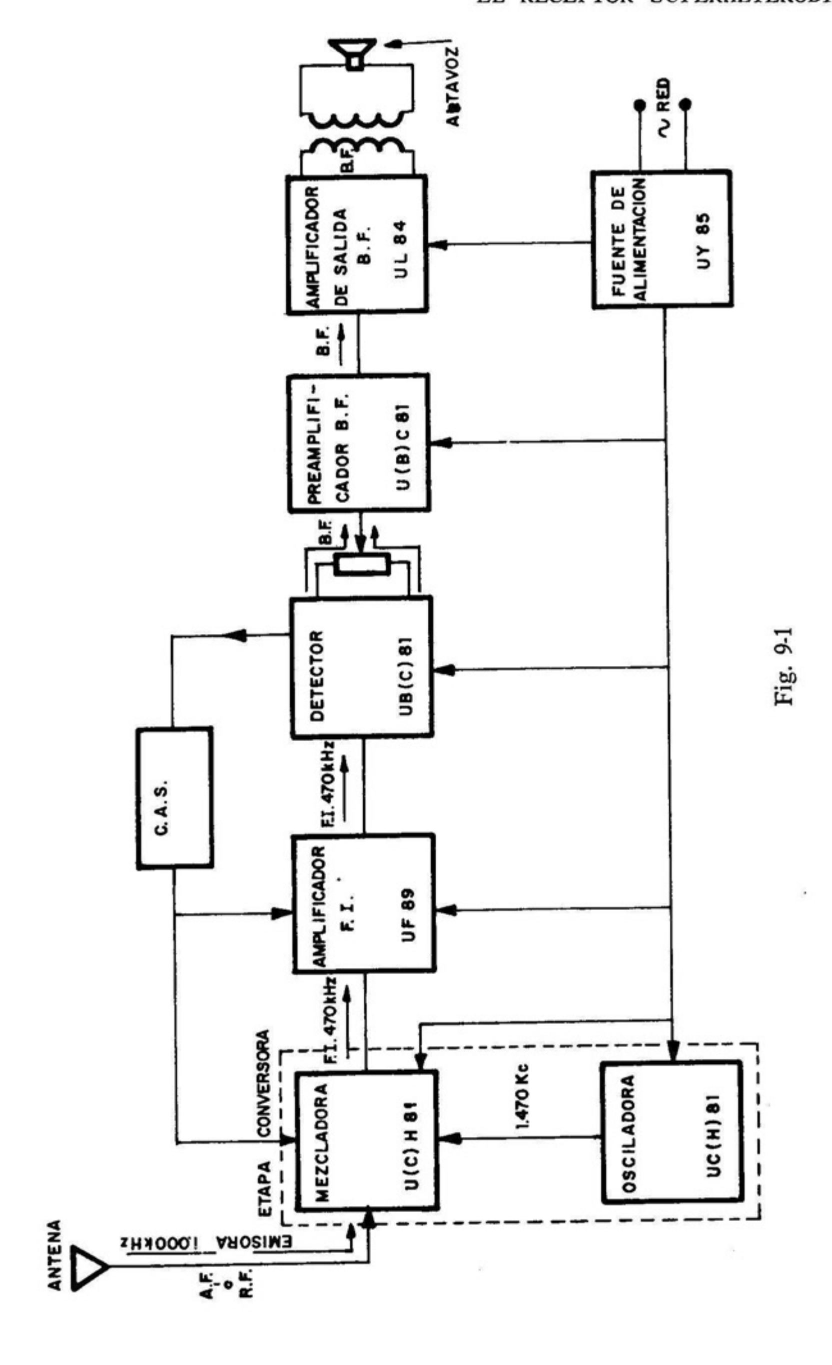

ANTENA
EMISORA 1.000 KHz
A.F. o R.F.
ETAPA CONVERSORA
MEZCLADORA
U(C) H 81
F.I. 470 kHz
1.470 Kc
OSCILADORA
UC(H) 81
AMPLIFICADOR
F. I.
UF 89
C.A.S.
F.I. 470 kHz
DETECTOR
UB(C) 81
B.F.
PREAMPLIFI-
CADOR B.F.
U(B) C 81
B.F.
AMPLIFICADOR
DE SALIDA
B. F.
UL 84
B.F.
ALTAVOZ
FUENTE DE
ALIMENTACION
UY 85
~ RED

Fig. 9-1

5.ª) Amplifica finalmente la señal de baja frecuencia mediante una última etapa de salida o de potencia, reproduciendo en el altavoz el sonido que modulaba y portaba la R.F. de la emisora sintonizada.

Para poder realizar estas operaciones también se necesita una fuente de alimentación de c.c. y c.a.

## ESQUEMA SINOPTICO DE UN RECEPTOR SUPERHETERODINO

El esquema de un superheterodino se presenta en la figura 9-1, en la que se divide en bloques al receptor y se explica la misión concreta, de forma general, de cada uno de ellos, pero sin profundizar en su circuito y en los elementos que lo componen.

En el esquema de la figura 9-1 se destaca la etapa llamada *conversora,* que consta de un mezclador y un oscilador y tiene por misión rebajar la frecuencia de cualquier emisora sintonizada hasta una fija, que suele ser de 470 KHz, llamada frecuencia intermedia. Cualquiera que sea la emisora escogida transforma su frecuencia al valor de la F.I. del aparato receptor.

## PRINCIPIO DE LA HETERODINACION

Este principio se puede expresar de la forma siguiente: Cuando en una válvula de vacío cuya amplificación no sea lineal se introducen dos señales de diferentes frecuencias y de manera simultánea, por ejemplo, por medio de dos rejillas diferentes, la intensidad resultante en la placa está formada por cuatro componentes, que tienen por frecuencias:

*a)* Cada una de las dos individuales que se introducen.

*b)* Su suma.

*c)* Su diferencia.

La figura 9-2 expresa gráficamente este principio. A la válvula representada en la figura (UCH 81) se le ha aplicado: en la primera rejilla del heptodo, una señal de frecuencia $F_1$; en la tercera, una de frecuencia $F_2$. La corriente de placa de la válvula contiene cuatro componentes, a saber:

1.º) Una componente de frecuencia $F_1$.

2.º) Una componente de frecuencia $F_2$.

3.º) Una componente de frecuencia $F_1 + F_2$.

4.º) Una componente de frecuencia $F_1 — F_2$.

La frecuencia $F_2$ de la figura anterior será la generada por el oscilador que aparece en el esquema de bloques, mientras que $F_1$ corresponderá a la emisora.

Suponiendo que se escoja 470 KHz como F.I., la frecuencia $F_2$ del oscilador deberá valer en todo momento 470 KHz más que la $F_1$ de la emisora sintonizada. De esta manera, si $F_1$ es una emisora de 1.000 KHz, la frecuencia $F_2$ del oscilador será de 1.470 KHz, o sea, 470 KHz más que la de la emisora, y la intensidad de salida de la válvula contendrá las cuatro componentes que se indican en la figura 9-3.

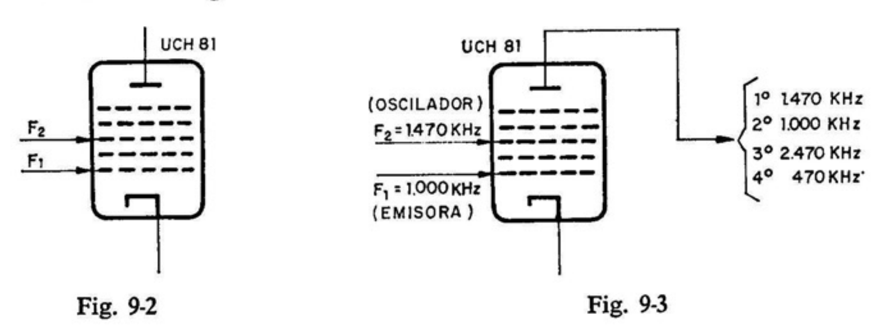



Fig. 9-2 Fig. 9-3

Si de las cuatro componentes de salida de la UCH 81 se separa la de 470 KHz, la cual conserva la misma modulación de amplitud que la señal $F_1$ de la emisora, se habrá transformado la frecuencia de la emisora a una fija o F.I. Para ello, según la figura 9-4, se coloca como impedancia de carga en la placa de la válvula un circuito resonante paralelo ajustado para que su frecuencia de resonancia sea precisamente 470 KHz, o sea, la F.I. Este circuito presenta una impedancia enorme en su frecuencia de resonancia (470 KHz) y muy pequeña en las otras tres que existen en la placa: 2.470, 1.000 y 1.470 KHz, consiguiendo que sólo sea amplifica-

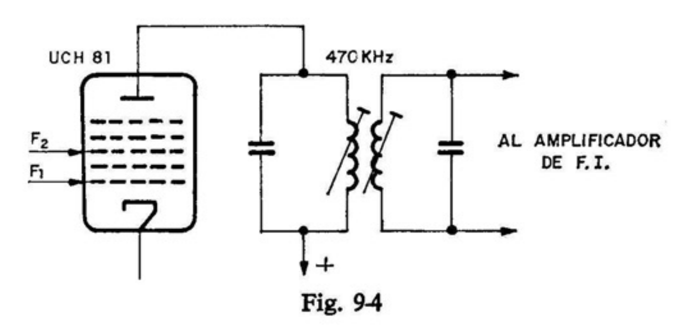



Fig. 9-4

da la frecuencia de 470 KHz. Las demás, al comportarse el circuito paralelo casi como un hilo sin resistencia para ellas, no son amplificadas y quedan anuladas, sin pasar a la etapa siguiente. En la figura 9-4 se aprecia el circuito sintonizado colocado como carga de la válvula.

Al secundario del transformador sintonizado de la figura 9-4 pasa la frecuencia de 470 KHz, que es la única que amplifica el primario. Como se recordará, el secundario se comporta como circuito resonante serie, ya que la tensión que se introduce en él está incrustada entre la bobina y el condensador. Como el secundario también tiene como frecuencia de resonancia 470 KHz, dicha frcuencia sufre el efecto de sobretensión, quedando la F.I. en un nivel muy apreciable para pasarla al amplificador de F.I. para una ulterior amplificación.

En la figura 9-5 se presenta el circuito de la etapa conversora como suelen tener infinidad de receptores: la válvula mezcladora es un heptodo y la osciladora un triodo, estando ambas en la misma ampolla de vidrio.

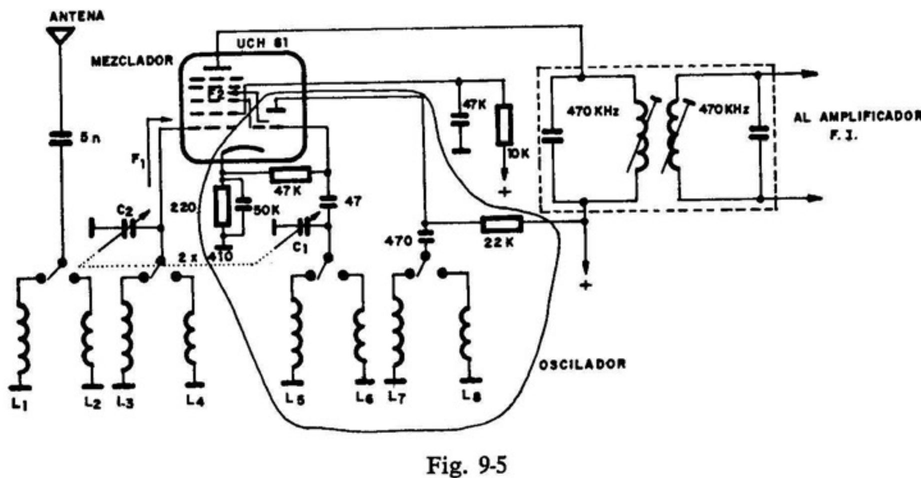



Fig. 9-5

## OSCILADOR

Está formado por la parte triodo de la válvula conversora y es del tipo Armstrong, ya estudiado en la parte de osciladores de este tomo.

Observando la figura 9-5 se aprecia que el circuito tanque del oscilador está formado por el condensador variable $C_1$ y la bo-

bina $L_5$ o la $L_6$, existiendo un conmutador que las selecciona, según se desee recoger emisoras de la onda corta o de la media, respectivamente. $L_5$, que es la de mayor número de espiras y más autoinducción, sirve para O.M., y $L_6$ para O.C. $L_7$ y $L_8$ son las bobinas de realimentación que necesita el oscilador para normal y corta, respectivamente.

La bobina $L_1$, junto con $L_3$ y $C_2$, forman el circuito de sintonía para onda normal, mientras que $L_2$ y $L_4$ lo constituyen para corta, al ser de menor autoinducción y por tanto mayor frecuencia. Con un solo condensador variable y una bobina no se pueden superar los 1.500 KHz que es el límite de la O.M. Si queremos sintonizar las emisoras de O.C., de frecuencias mucho más elevadas, hay que poner una bobina de menor autoiducción. Así, $L_2$, por tener más espiras, corresponde a la onda normal, y $L_4$ a la corta.

Los dos condensadores variables de la figura 9-5 (el de sintonía y el del oscilador) se manejan en tándem, o sea, simultáneamente con un solo mando, para que al modificarse la capacidad, y por tanto la frecuencia de la emisora sintonizada, varíe también la frecuencia que proporciona el oscilador, de manera que la diferencia de ambas se mantenga automáticamente en los 470 KHz de la F.I.

Como la fuente de alimentación puede ser de tipo universal, es decir, con un polo de la red al chasis, el condensador de 5 nF situado a continuación de la antena sirve para aislarla de la tensión de red y así poderla tocar sin peligro de descarga. Dicho condensador tiene una gran reactancia capacitiva para la frecuencia de red, de 50 Hz, por lo que no la deja pasar, pero apenas ofrece reactancia apreciable a las señales de las emisoras, por ser de alta frecuencia. Recuérdese que $X_c = \dfrac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$ y que a una mayor frecuencia le corresponde menor reactancia.

## AMPLIFICADOR DE FRECUENCIA INTERMEDIA O F.I.

Está compuesto normalmente por una válvula pentodo de $\mu$ variable, como la UF 89 o similar, a cuya rejilla de control se aplica la señal de F.I. procedente del secundario del transformador colocado en la placa de la mezcladora. La impedancia de carga de este pentodo es asimismo un circuito sintonizado a 470 KHz que forma un transformador con otro similar, al que suministra ten-

sión. El esquema de principio del amplificador de F.I. corresponde al mostrado en la figura 9-6.

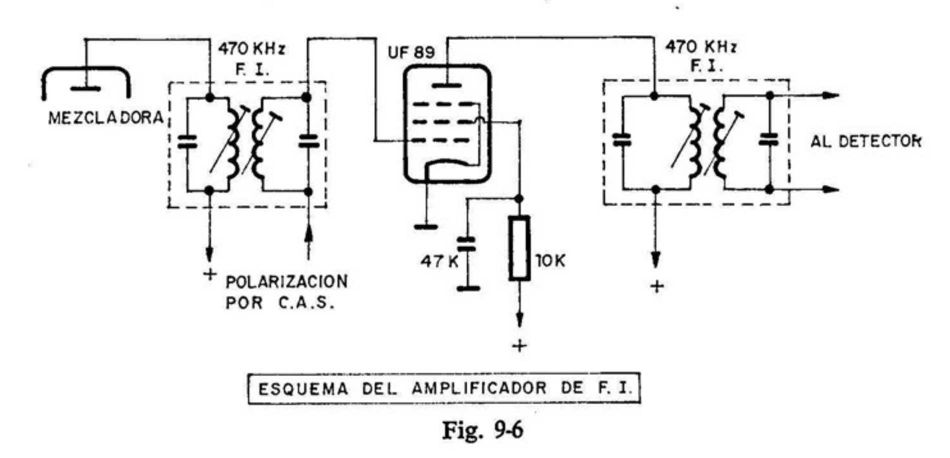



Fig. 9-6

El circuito de la UF 89 es el clásico de un amplificador sintonizado a la entrada y a la salida, con una resistencia y un condensador para la polarización de su rejilla pantalla y añadiendo en la de control, además de la señal de F.I., una tensión negativa de c.c. denominada C.A.S. y que se explicará más adelante.

## DETECTOR

El circuito detector es totalmente idéntico al explicado en el receptor de galena: Usa como rectificadora un diodo de vacío, que en el receptor que se está explicando es la parte doble diodo de la UBC 81, conectando entre sí las dos placas para que actúe como un diodo sencillo. La parte diodo está junto con un triodo en una misma ampolla formando la válvula UBC 81, cuya parte triodo se destina a primer amplificador de la baja frecuencia que se obtiene tras la detección. En la figura 9-7 se muestra el esquema del circuito detector, junto con el del primer amplificador de baja frecuencia.

La tensión de F.I. aparece entre las armaduras del condensador del secundario del transformador de entrada del circuito. El condensador de 100 pF es, junto con el potenciómetro de 500 KΩ, el que con sus cargas y descargas produce la baja frecuencia (repásese el tema en la lección anterior).

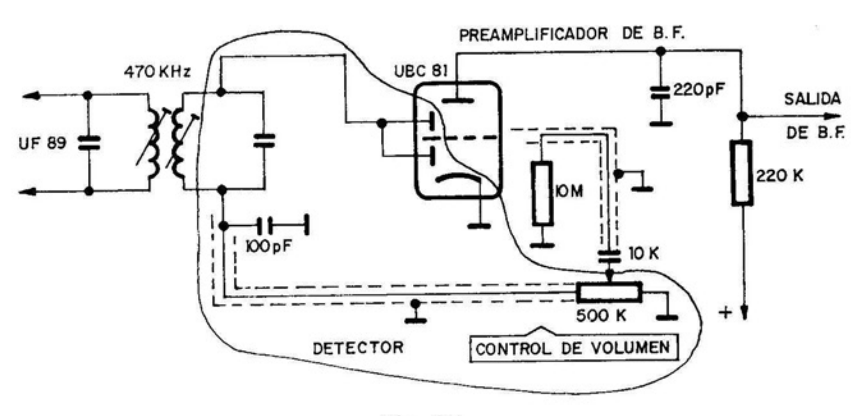



Fig. 9-7

Parte de la baja frecuencia que aparece en el potenciómetro, entre el cursor y masa, se aplica a la rejilla del triodo para ser amplificada. La polarización del triodo es por escape de rejilla, con el condensador de 10.000 pF y la resistencia de 10 MΩ. El potenciómetro de 0,5 MΩ es un control de volumen, pues permite aplicar al triodo amplificador la parte que se desee de la tensión de baja frecuencia: moviendo hacia la izquierda el cursor aumenta la parte de tensión que alimenta la rejilla del triodo, con lo que también se eleva el volumen sonoro. Sucede lo contrario al mover el cursor hacia la derecha.

La resistencia de 220 KΩ es la de carga del triodo y el condensador de 220 pF que le acompaña y va a masa es un cortocircuito para cualquier resto de F.I. que no haya sido bien suprimido por el detector. Para la F.I. el condensador de 220 pF tiene poca reactancia y cortocircuita a masa dicha señal, evitando que pase al amplificador de salida y perturbe o distorsione el sonido del altavoz.

## EL AMPLIFICADOR DE SALIDA O DE POTENCIA

El amplificador de potencia es un pentodo, como el UL 84, acoplado a la etapa triodo anterior mediante un circuito resistencia y condensador. Su circuito simplificado se muestra en la figura 9-8.

Además de la resistencia de 470 KΩ y el condensador de 10.000 pF que forman el acoplo con la etapa anterior, dispone de otro

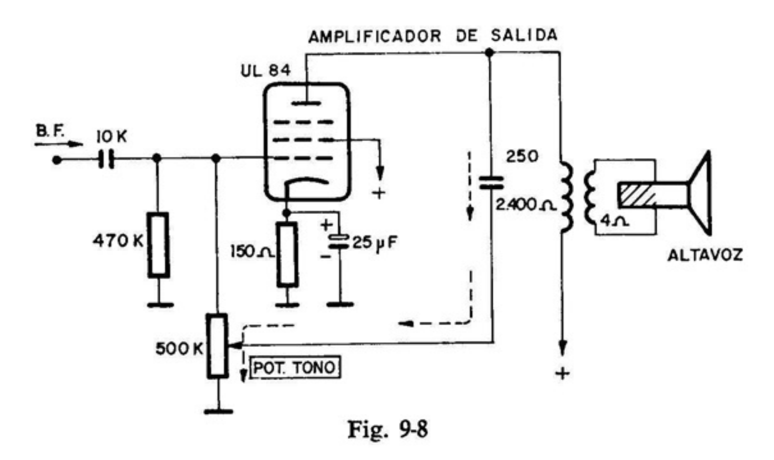



Fig. 9-8

juego de resistencia y condensador en el cátodo, que constituyen su polarización «por cátodo» y un transformador que actúa como acoplo entre la impedancia de la carga de la válvula UL 84, primario de 2.400 Ω y la del altavoz, secundario de 4 Ω.

El potenciómetro de 500 KΩ junto con el condensador de 250 pF forman un control manual de tono, de modo que las altas frecuencias pueden pasar por el condensador y el trozo inferior del potenciómetro; pero cuanto mayor resistencia tenga esta última parte, menos cantidad pasará y, por tanto, menos sonidos agudos se eliminarán a masa, oyéndose notablemente en el altavoz. Si al bajar el cursor se reduce la resistencia del trozo inferior del potenciómetro, pasarán más fácilmente las altas frecuencias a masa y no llegarán al primario del transformador ni al altavoz, por lo que el sonido será más grave.

## EJERCICIOS DE LA LECCION 9.ª

Márquese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — La etapa conversora consta de las etapas:

*a)* Mezcladora y detectora.
*b)* Amplificadora de F.I y mezcladora.
*c)* Osciladora y mezcladora.

2.ª PREGUNTA. — El oscilador que posee el receptor superheterodino es:

*a)* Hartley.
*b)* Colpitts.
*c)* Meissner.

3.ª PREGUNTA. — El principio heterodino consiste en:

*a)* Cambiar las frecuencias de las emisoras en una fija.
*b)* Convertir la B.F. de las emisoras en F.I.
*c)* Amplificar la potencia de la radio de galena.

4.ª PREGUNTA. — El oscilador de un superheterodino proporciona una frecuencia:

*a)* Inferior en 470 KHz a la de la emisora sintonizada.
*b)* Igual a 470 KHz.
*c)* Superior en 470 KHz a la de la emisora sintonizada.

5.ª PREGUNTA. — El amplificador de F.I. amplifica:

*a)* La frecuencia de la emisora sintonizada.
*b)* La frecuencia de la emisora sintonizada más 470 KHz.
*c)* Una frecuencia fija de 470 KHz.

LECCION **10**

# EL C.A.S.

## NECESIDAD DEL C.A.S.

Comoquiera que pueden darse grandes diferencias en la señal que llega a la antena de un receptor, por diferentes causas, como las atmosféricas, es menester arbitrar un dispositivo que regule la amplificación en alta frecuencia y en frecuencia intermedia, de manera que la señal se amplifique más cuando llegue débil y menos cuando aumente su nivel. Para conseguir un volumen constante de salida se aplica a las rejillas de control de los amplificadores antes mencionados una tensión negativa, que varía de forma proporcional al nivel con que llegue la señal de la emisora sintonizada. Este proceso se llama «control automático de sensibilidad», abreviadamente c.a.s.

## PENTODOS DE CORTE REMOTO

Se conocen con el nombre de *pentodos de corte remoto* o de $\mu$ *variable* los tubos cuya curva característica $I_p/V_g$ no tiene parte recta, sino que es toda ella curva. Esta particularidad se consigue haciendo que el enrollamiento de la rejilla de control no sea uniforme, sino que las espiras que la constituyen estén concentradas en los extremos, habiendo muy pocas, en cambio, por la zona central. Con esta distribución se necesita una tensión de corte muy alta para suprimir el flujo de electrones, sobre todo en dicha zona central. La característica queda dibujada en la figura 10-1, en la que se aprecia perfectamente su forma curva.

Se sabe que la amplificación de un tubo depende de su pendiente, es decir, de la inclinación de la curva característica $I_p/V_g$ para una determinada tensión de polarización. Se deduce que regulando la tensión de polarización de la rejilla se podrán obtener distintas pendientes de trabajo y, por tanto, diferentes amplificaciones. Esta posibilidad queda reflejada en la figura 10-2.

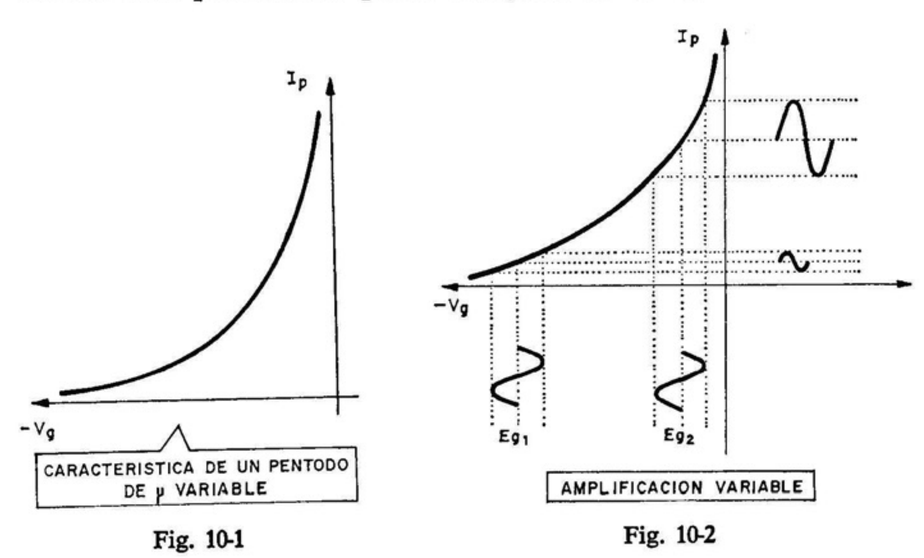



Fig. 10-1

Fig. 10-2

A la tensión de la señal de rejilla que se trata de amplificar se le superpone otra negativa que permite fijar el funcionamiento de la válvula en una zona de la característica de pendiente y ganancia elegidas. Por ejemplo, del análisis de la figura 10-2 se desprende que con una tensión negativa de polarización tal como $E_{g1}$ la zona de funcionamiento tiene una pendiente menor que en el caso de usar otra como $E_{g2}$. Con $E_{g1}$, por consiguiente, la amplificación es menor.

## METODO DE DESCRESTADO O RECORTE

El método del tubo de corte remoto no es el único conocido para lograr diferentes amplificaciones. El método que se expone a continuación, llamado de descrestado, también sirve, aunque técnicamente es menos perfecto que el anterior. Sin embargo, sus resultados en la práctica son bastante satisfactorios. Para este

procedimiento se usa una válvula de corte neto, es decir, del tipo de característica recta, que se hace trabajar en las proximidades del punto de corte (zona en que la pendiente disminuye rápidamente hasta anularse). Esta forma de trabajo se representa gráficamente en la figura 10-3.

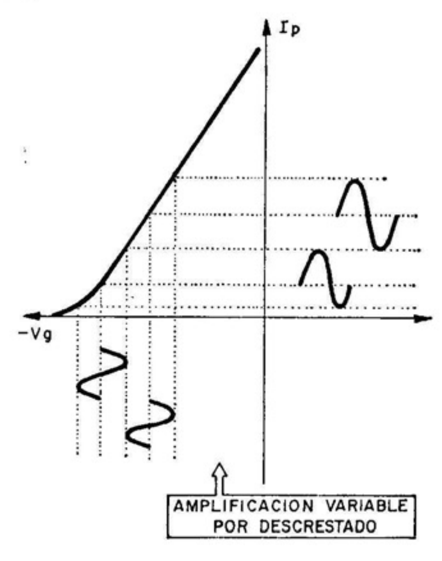



Fig. 10-3

En esta figura se aprecia que la señal que trabaja cerca de la zona de corte produce una corriente de placa deformada en su parte inferior, detalle sin importancia puesto que se recupera la forma primitiva en el circuito oscilante de la placa de la válvula.

El «fading» o desvanecimiento de la emisora de radio podría neutralizarse en parte a mano, mediante la manipulación de un control manual de sensibilidad con potenciómetro, pero esto trae consigo una gran incomodidad para el usuario del receptor. Por ello se usa un automatismo que regula por sí solo la salida del altavoz, de modo que el sonido en él sea constante dentro de lo posible, independiente de la señal de antena y a pesar de sus alteraciones.

El c.a.s. consiste en una tensión negativa *tanto mayor cuanto mayor sea la señal de antena.* Así, al aumentar la polarización negativa de rejilla, la amplificación es menor. Cuanto más disminuye la señal, menor es la tensión negativa del c.a.s. y la polariza-

ción de la rejilla a la que se aplica, con lo que se obtiene una mayor amplificación, ya que la válvula pasa hacia zonas de mayor pendiente de trabajo.

## OBTENCION DEL C.A.S.

En radiodifusión la tensión negativa del c.a.s. se obtiene de la tensión media detectada. En la figura 10-4 se aprecia que ésta no varía con la profundidad de modulación, o sea con la amplitud de la señal de sonido transmitida, sino con la potencia de la señal de alta frecuencia que llega a la antena.

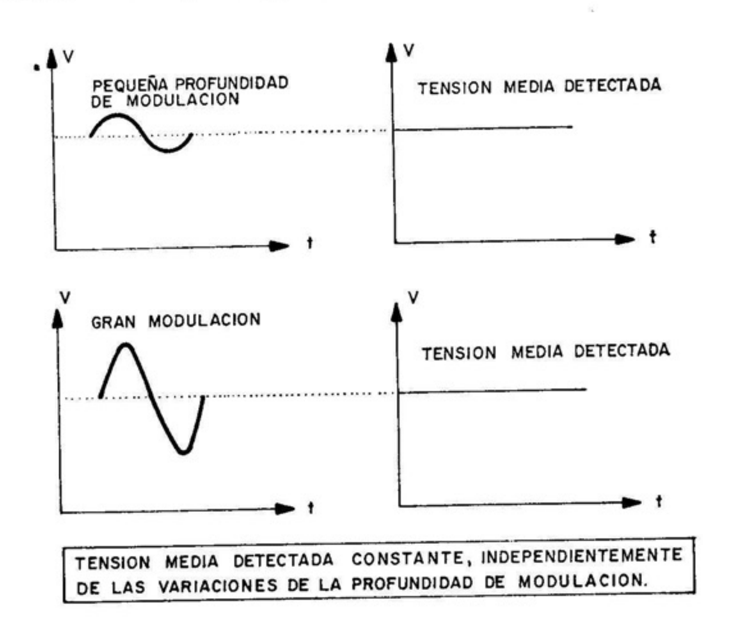



Fig. 10-4

Se puede considerar perfectamente que el nivel de la señal detectada es un fiel reflejo de la intensidad de la señal de antena, de manera que cuanto mayor sea la potencia de la emisión, mayor será la tensión media detectada. Todo ello, independientemente de la modulación o de la baja frecuencia que se transmita en ese instante.

En la figura 10-5 se presenta un circuito de c.a.s. clásico en radiodifusión, que funciona con el nivel medio de la señal detectada.

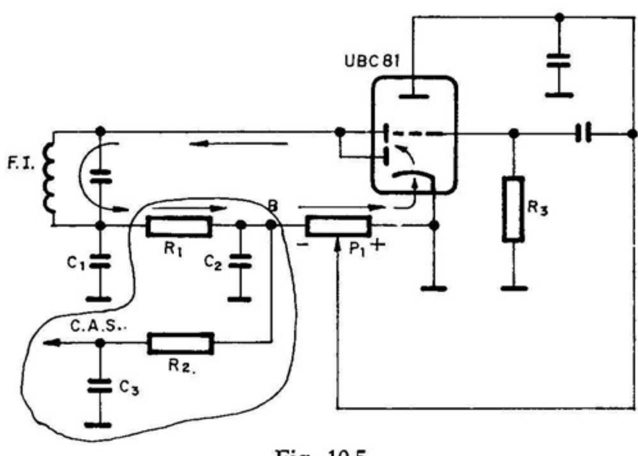



Fig. 10-5

La F.I. aplicada al circuito anterior por el secundario del transformador se rectifica con el diodo contenido en la UBC 81, formando un filtro para la baja frecuencia el conjunto $C_1$, $R_1$ y $C_2$. En su salida (entre el punto *B* y masa) aparece una tensión de baja frecuencia, de forma que la tensión del punto *B* será negativa respecto a masa, pues la corriente de electrones circula por el potenciómetro de volumen $P_1$ de izquierda a derecha, dirigiéndose hacia el cátodo. Se obtendrá el c.a.s. recogiendo la tensión negativa de B.F. del punto *B* y filtrándola adecuadamente para producir la tensión media detectada mediante $R_2$ y $C_3$. La tensión del c.a.s. obtenida entre extremos del condensador $C_3$ será tanto mayor (más negativa) cuanto mayor sea el nivel de la señal detectada, que es a fin de cuentas lo que se filtra. Al aplicar esta tensión a las rejillas de control de la válvula mezcladora y de la amplificadora de F.I., como tensión adicional de polarización variable, hace que regule su punto de funcionamiento y, por tanto, su amplificación.

## PUNTUALIZACIONES

La tensión media detectada, que no varía con la modulación o con la señal de baja frecuencia, se aplica a la rejilla de los am-

plificadores de A.F. y de F.I., lo que permite obtener una salida uniforme en el altavoz para unas variaciones limitadas de la potencia de la señal de antena. Su efecto final es actuar sobre el volumen y por eso se le suele llamar incorrectamente *control automático de volumen,* pero lo que realmente regula es la amplificación de A.F y F.I., por lo que se trata de un control de sensibilidad o ganancia. Recuérdese que a una mayor señal en antena le corresponde una mayor tensión negativa de c.a.s., y viceversa.

## EJERCICIOS DE LA LECCION 10.ª

Márquese con una cruz la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — Una válvula de μ variable:

*a)* Tiene variables todas sus características.
*b)* Tiene variable la polarización de su placa.
*c)* Tiene variable su amplificación.

2.ª PREGUNTA. — Al aumentar la polarización negativa de rejilla una válvula de corte remoto:

*a)* Amplifica más.
*b)* Amplifica lo mismo.
*c)* Amplifica menos.

3.ª PREGUNTA. — El circuito del c.a.s.:

*a)* Controla la calidad del sonido.
*b)* Controla la amplificación de las válvulas.
*c)* Controla el potenciómetro de volumen.

4.ª PREGUNTA. — El c.a.s. consiste en:

*a)* Una tensión continua y negativa.
*b)* La tensión eficaz de la baja frecuencia.
*c)* Una componente alterna.

5.ª PREGUNTA. — El c.a.s. se obtiene partiendo de:

*a)* La baja frecuencia que porta la frecuencia de la emisora.
*b)* La F.I.
*c)* La frecuencia del oscilador.

Segunda Parte

# Práctica y Tecnología

**Montaje de una radio de galena y de un receptor superheterodino de A. M.**
**Funcionamiento del osciloscopio**

LECCION 1

# MONTAJE DE UNA RADIO DE GALENA

## RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO Y EL CIRCUITO DE LA RADIO DE GALENA

En la lección 8.ª de la parte teórica se comentó el funcionamiento de este receptor elemental de A.M., cuyo montaje se propone ahora. El esquema al que corresponde la radio de galena es el mostrado en la figura T1-1.

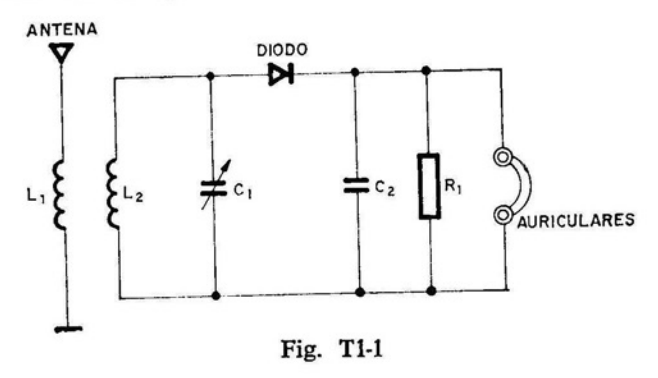



Fig. T1-1

La bobina $L_1$ conectada entre antena y tierra tiene la misión de producir entre sus extremos una pequeña tensión, al ser atravesada por las ondas electromagnéticas de una emisora de radio, apareciendo lógicamente en ella, tantas tensiones como emisoras alcancen con sus ondas a la antena con un mínimo nivel de señal.

$L_1$ actúa como primario de un transformador e induce en su secundario $L_2$ una tensión por cada emisora. $L_2$, junto con el condensador variable $C_2$, forman un circuito resonante serie para la tensión inducida por $L_1$, como se muestra esquemáticamente en la figura T1-2.

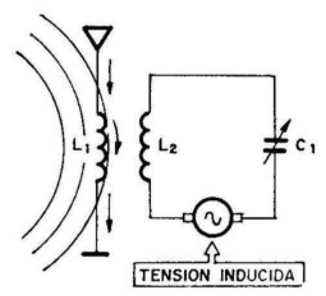



Fig. T1-2

La emisora cuya frecuencia coincida con la de resonancia del circuito serie, o sea, $f_0 = \dfrac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_2 \cdot C_1}}$ producirá un efecto de sobretensión que ocasionará la aparición entre las armaduras de $C_1$ de un voltaje $Q$ veces mayor que el inducido por $L_1$ en $L_2$, siendo $Q$ el factor de calidad de la bobina. El resto de las emisoras apenas dejan tensión en los componentes del circuito serie y quedan prácticamente eliminadas.

La señal de la emisora de A.M. de la misma frecuencia que la de resonancia de $L_2$ y $C_1$ se aplica al diodo de estado sólido (galena o germanio), que procede a su rectificación, como se aprecia en la figura T1-3.

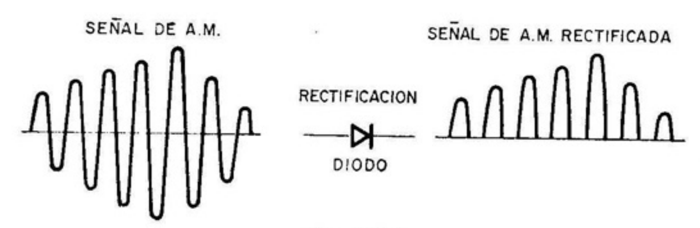



Fig. T1-3

La tensión de A.M. rectificada, al llegar al condensador $C_2$ por conducto del diodo, que presenta a los semiciclos positivos una

escasa resistencia, hace que se cargue rápidamente dicho condensador. Una vez cargado $C_2$, durante los semiciclos negativos que no deja pasar el diodo, tiende a descargarse, cosa que logra por $R_1$, cuyo valor óhmico hace que esa descarga se efectúe de una manera lenta. Las cargas rápidas de $C_1$ y sus descargas lentas crean entre sus armaduras aproximadamente la tensión de los picos de la señal de A.M. (figura T1-4), que como se recordará es la B.F., que ya puede oírse con unos auriculares.

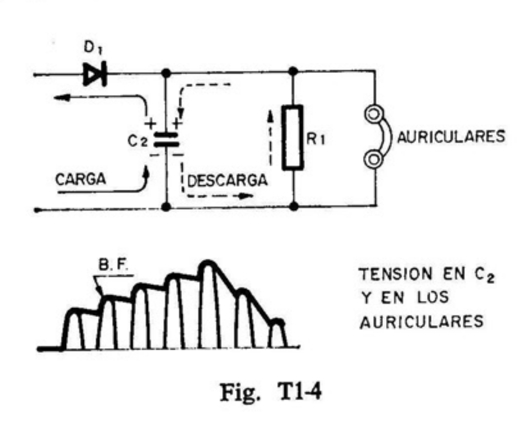



Fig. T1-4

## MATERIALES NECESARIOS

1) Hilo de cobre protegido para bobinas de alta frecuencia. También se pueden usar dos de los bobinados del juego que se empleará más adelante para montar el receptor superheterodino.

2) Un condensador variable de 210 pF aproximadamente de capacidad máxima.

3) Un diodo de germanio OA 85 o equivalente.

4) Un condensador cerámico de 100 pF.

5) Auricular de alta impedancia.

6) Una resistencia de 2K2 y 1/2 w.

El montaje se puede efectuar en una placa de baquelita perforada en la que se soportan y conexionan los componentes mediante terminales de masa sujetos con tornillos, según detalle de la figura T1-5 (véase lámina al final del texto).

## ESPECIFICACIONES DEL MONTAJE PRACTICO

El esquema práctico del montaje que se propone para realizar es el de la figura T1-6.

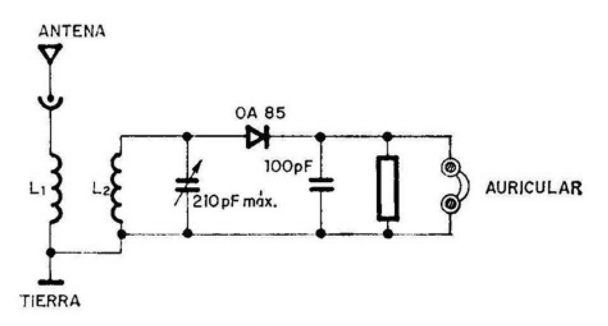



Fig. T1-6

Aunque se pueden utilizar dos devanados de las bobinas que posteriormente se emplearán en el receptor superheterodino, dado que esta práctica sólo persigue una experimentación de carácter eminentemente didáctico, puesto que difícilmente se podrán sintonizar otras emisoras que no sean las locales y potentes, también se pueden montar $L_1$ y $L_2$ en un tubo de cartón de unos 4 cm de diámetro con cable especial para este fin y con 20 espiras para $L_1$ y 60 para $L_2$. En las fotos de la figura T1-7 (véase lámina al final del texto), se muestran diversas formas de realizar este montaje utilizando varios tipos de bobinados. En la figura T1-7 *(a)* se utilizan los de un receptor superheterodino de válvulas; en la figura T1-7 *(b)* los bobinados se han confeccionado a mano y en la T1-7 *(c)* los bobinados van en una barra de ferrita, que es un material magnético que atrae y absorbe las ondas electromagnéticas y mejora la receptividad.

Se recomienda precaución en la colocación adecuada del diodo de germanio OA 85, el cual va marcado con una franja al lado del cátodo, siendo la correspondencia de sus terminales con los del símbolo según la representación de la figura T1-8.

La calidad de recepción del montaje depende en gran medida de las características de la antena y de la toma de tierra utilizadas.

Se recomienda utilizar como cable de antena uno de cualquier diámetro, lo más largo posible, y colocado cuanto más alto mejor, por ejemplo, en el tejado, como indica la figura T1-9, apartado de cualquier otro conductor, o entre dos paredes de la habitación.

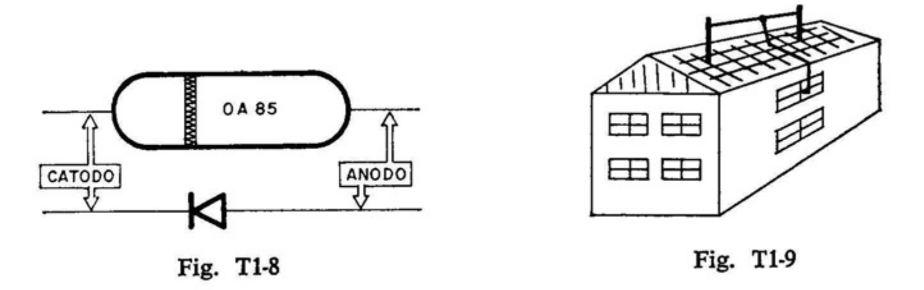



Fig. T1-8

Fig. T1-9

La toma de tierra ha de ser de calidad, como la que proporcionan los tubos de la calefacción o del agua que bajan hasta el suelo. También es recomendable efectuar las primeras pruebas por la noche, en la que aumentan las posibilidades de recepción.

Una gran calidad de sonido se logra conectando la salida de la radio de galena montada, no a un auricular, sino a los terminales de la plaqueta de *Fono* del amplificador de B.F. de las prácticas que se han venido realizando hasta el presente tomo de esta obra, en cuyo caso hay que quitar la toma de tierra del circuito.

LECCION **2**

# CARACTERISTICAS DE LA VALVULA MEZCLADORA-OSCILADORA UCH 81

## MISION DE LA ETAPA MEZCLADORA-OSCILADORA

Como se comentó en las lecciones teóricas, la etapa «conversora» tiene como misión transformar la frecuencia de la emisora sintonizada en una fija, llamada frecuencia intermedia (F.I.), con objeto de lograr posteriormente una elevada amplificación en un circuito especializado. En el circuito por bloques del receptor estas etapas que producen la heterodinación de la señal son las que se muestran en la figura T2-1.

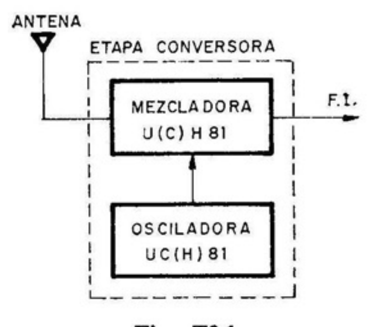



Fig. T2-1

Del conjunto de señales recogidas en la antena se selecciona la de una emisora mediante un circuito resonante serie, llamado de sintonía y similar al utilizado en la radio de galena. Aplicada esta señal a la válvula mezcladora, se bate con la que crea el oscilador

originando en la placa de la mezcladora cuatro frecuencias, de las que se selecciona mediante un circuito resonante paralelo la diferencia entre la de la emisora y la del oscilador, que resulta ser siempre de 470 KHz, dado que el oscilador proporciona en todo momento una frecuencia superior en este valor a la de la emisora escogida; de esta forma se consigue convertir la frecuencia de cualquier emisora en una fija (F.I.) de 470 KHz. En el esquema de la figura T2-2 se presenta el circuito real de esta etapa.

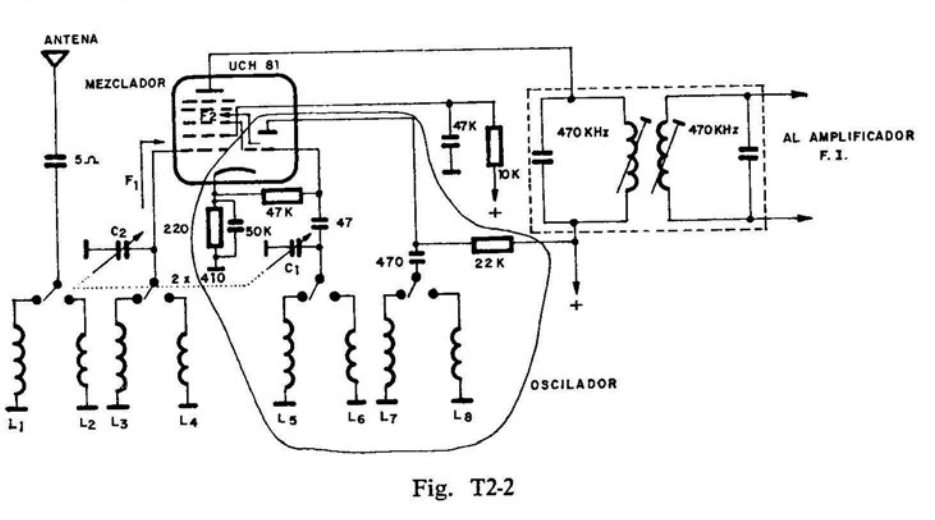



Fig. T2-2

La UCH 81 es la válvula que se propone para utilizarla como conversora, cuyo funcionamiento y actuación teórica se estudió en la lección 9.ª de teoría, por lo que a continuación se exponen solamente sus características técnicas.

## VALORES TIPICOS Y CURVAS CARACTERISTICAS DE LA UCH 81

La UCH 81 es una válvula heptodo-triodo, usándose la sección heptodo como mezcladora o también en algunos casos como amplificadora de F.I. y la sección triodo como osciladora en los receptores de A.M. y F.M. Su caldeo de filamentos es de tipo indirecto con una intensidad de 100 mA con 19 V. Su base es de tipo Noval con 9 patitas, y su esquema interno, junto con sus dimensiones máximas en milímetros, se presentan en la figura T2-3.

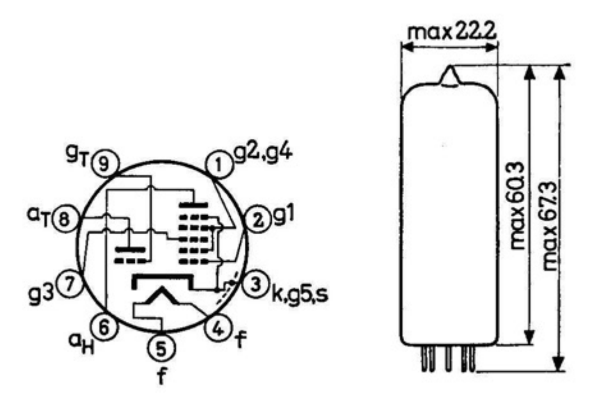



Fig. T2-3

## RESUMEN DE LOS PRINCIPALES DATOS DE LA UCH 81

| *Sección triodo* | *Valores típicos* | | *Valores máximos* |
|---|---|---|---|
| Voltaje de ánodo | $V_a$ | 100 | 250 V máx. |
| Disipación de ánodo | $W_a$ | | 0,8 W máx. |
| Corriente de cátodo | $I_k$ | | |
| Transconductancia | $S$ | 3,7 mA/V | 3,7 mA/V |
| Factor de amplificación | $\mu$ | 22 | 22 |
| *Sección heptodo* | | | |
| Voltaje de ánodo | $V_a$ | 160 V | 300 V máx. |
| Tensión de rejillas $g_2$ y $g_4$ (unidas) | $V_{g2,4}$ | 90 V | 125 V máx. |
| Disipación de ánodo | $W_a$ | | 1,8 W máx. |
| Disipación de rejillas $g_2$ y $g_4$ | $W_{g2,g4}$ | | 1 W máx. |
| Corriente de cátodo | $I_k$ | | 18 mA |
| Corriente de ánodo | $I_a$ | 9,8 mA | |
| Transconductancia | $S$ | 4,3 mA/V | |
| Factor de amplificación | $\mu_{g2,g1}$ | 25 | |
| Tensión de rejilla n.° 1 | $V_{g1}$ | —0,5 | |

## CAPACIDADES

*Sección heptodo*

| | | |
|---|---|---|
| De rejilla n.° 1 a todas las demás, excepto a la placa | $C_{g1}$ (a, u) | 4,8 pF |
| De placa a todas las demás, excepto a la rejilla n.° 1 | $C_a$ (g, u) | 7,9 pF |
| De placa a rejilla n.° 1 | $C_{ag1}$ | < 6 mpF |
| De rejilla n.° 1 a filamentos | $C_{g1f}$ | < 0,17 pF |
| De rejilla n.° 3 a todo lo demás | $C_{g3}$ (u) | 6 pF |
| De rejilla n.° 3 a rejilla n.° 1 | $C_{g1.g3}$ | < 0,3 pF |
| De rejilla n.° 3 a filamentos | $C_{g3f}$ | < 0,06 pF |

*Sección triodo*

| | | |
|---|---|---|
| De rejilla a todo lo demás, excepto a placa | $C_g$ (a, u) | 2,6 pF |
| De placa a todo lo demás, excepto a rejilla | $C_a$ (g, u) | 2,1 pF |
| De placa a rejilla | $C_{ag}$ | 1 pF |
| De rejilla a filamentos | $C_{gf}$ | < 0,02 pF |

*Entre las secciones heptodo y triodo*

| | | |
|---|---|---|
| De placa del heptodo a placa del triodo | $C_{aHaT}$ | < 0,20 pF |
| De placa del H a rejilla del T | $C_{aHgT}$ | < 0,09 pF |
| De rejilla n.° 1 H a placa del T | $C_{g1HaT}$ | < 0,06 pF |
| De rejilla n.° 1 H a rejilla del T | $C_{g1HgT}$ | < 0,17 pF |
| De rejilla n.° 1 H a rejilla T y rejilla n.° 3 H | $C_{g1H/gTg3H}$ | < 0,45 pF |
| De placa de H a rejilla T y rejilla n.° 3 H | $C_{aH/gTg3H}$ | < 0,35 pF |

## VALORES LIMITES

*Sección heptodo*

| | | |
|---|---|---|
| Voltaje del ánodo estando frío | $V_{ao}$ | 550 V máx |
| Voltaje de ánodo | $V_a$ | 250 V máx |
| Disipación de ánodo | $W_a$ | 1,8 w máx |
| Voltaje de las rejillas 2 y 4 estando frías | $V_{g2.40}$ | 550 V máx |
| Voltaje de las rejillas 2 y 4 | $V_{g2.4}$ | 125 V máx |
| Voltaje de las rejillas 2 y 4 con $I_a = 1$ mA | $V_{g2.4}$ | 250 V máx |
| Disipación de las rejillas 2 y 4 | $W_{g2.4}$ | 1 w máx |
| Corriente de cátodo | $I_k$ | 18 mA máx |

| | | |
|---|---|---|
| Resistencia circuital de la rejilla n.º 1 | $R_{g1}$ | 3 MΩ máx |
| Resistencia circuital de la rejilla n.º 3 | $R_{g3}$ | 20 MΩ máx |
| Voltaje entre cátodo y filamentos | $V_{fk}$ | 100 V máx |
| Resistencia entre cátodo y filamentos | $R_{fk}$ | 20 K máx |

*Sección triodo*

| | | |
|---|---|---|
| Voltaje de ánodo estando frío | $V_{a0}$ | 550 V máx |
| Voltaje de ánodo | $V_a$ | 250 V máx |
| Disipación de ánodo | $W_a$ | 0,8 w máx |
| Corriente de cátodo | $I_k$ | 6,5 mA máx |
| Resistencia circuital de rejilla | $R_g$ | 3 MΩ máx |
| Voltaje entre cátodo y filamentos | $V_{fk}$ | 100 V máx |
| Resistencia entre cátodo y filamento | $R_{fk}$ | 20 KΩ máx |

## CARACTERISTICAS DE TRABAJO

*Sección heptodo utilizada como mezcladora*

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tensión de alimentación | $V_b$ | 100 | | 170 | | 200 | | V |
| Resistencia de ánodo | $R_a$ | 0 | | 0 | | 0 | | KΩ |
| Resistencia rejillas 2 y 4 | $R_{g2,4}$ | 10 | | 10 | | 10 | | KΩ |
| Resistencia rejilla T y rejilla n.º 3 | $R_{gT,g3}$ | 47 | | 47 | | 47 | | KΩ |
| Corriente rejilla T y rejilla n.º 3 | $I_{g,Tg3}$ | 115 | | 200 | | 230 | | μA |
| Corriente rejilla n.º 1 | $I_{g1}$ | 0,5 | — | 0,5 | — | 0,5 | — | μA |
| Voltaje rejilla n.º 1 | $V_{g1}$ | —0,5 | —12 | —0,5 | —19 | —0,5 | —22 | V |
| Voltaje placa | $V_a$ | 100 | — | 170 | — | 200 | — | V |
| Voltaje rejillas 2 y 4 | $V_{g2,4}$ | 56 | — | 88 | — | 100 | — | V |
| Corriente de ánodo | $I_a$ | 2 | — | 3,3 | — | 4,1 | — | mA |
| Conductancia | $S_c$ | 850 | 8,5 | 1100 | 11 | 1200 | 12 | μA/V |
| Resistencia interna | $R_i$ | 0,75 | $> 3$ | 0,8 | $> 3$ | 0,85 | $> 3$ | MΩ |
| Resistencia equivalente de ruido | $R_{eq}$ | 33 | — | 30 | — | 32 | — | KΩ |

*Sección triodo utilizada como osciladora*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Resistencia de ánodo | $R_a$ | 15 | 15 | 15 | KΩ |
| Resistencia rejilla T y rejilla n.º 3 | $R_{gT,g3H}$ | 47 | 47 | 47 | KΩ |
| Corriente rejilla T y rejilla n.º 3 | $I_{gT,g3H}$ | 115 | 200 | 230 | μA |
| Corriente de ánodo | $I_a$ | 2,5 | 4,5 | 5,4 | mA |
| Transconductancia efectiva | $S_{eff}$ | 0,58 | 0,65 | 0,65 | mA/V |

## CURVAS CARACTERISTICAS DE LA UCH 81

Se presentan a continuación, en la figura T2-4, las curvas más representativas de la válvula UCH 81, que posteriormente se utilizará en los montajes prácticos. Las primeras se refieren a la sección heptodo y las últimas al triodo. La tensión de alimentación y de trabajo de dicha válvula será de 100 V, aunque puede llegar hasta los 200 V como quedó indicado en las tablas precedentes.

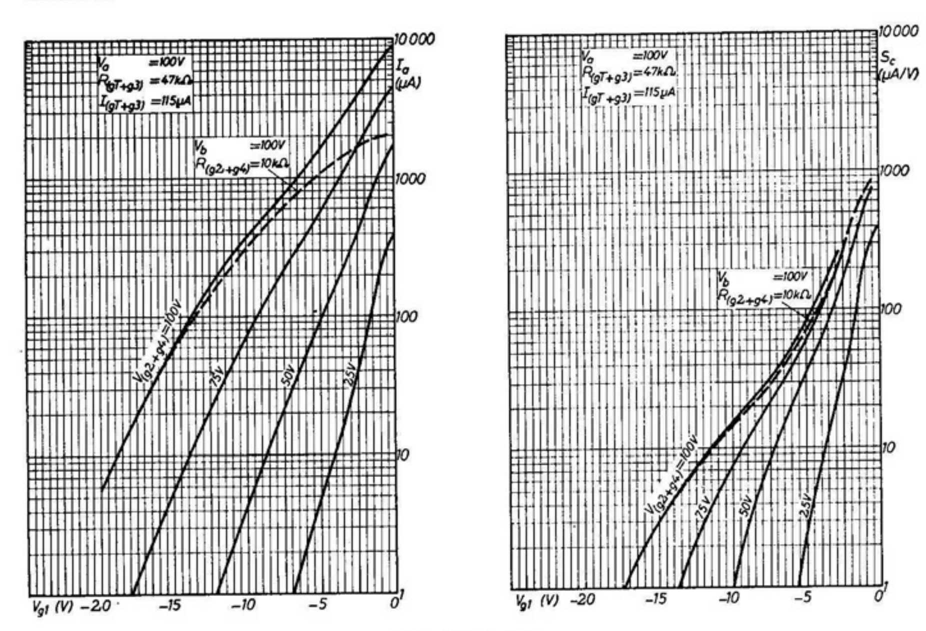



Fig. T2-4 *(a)*

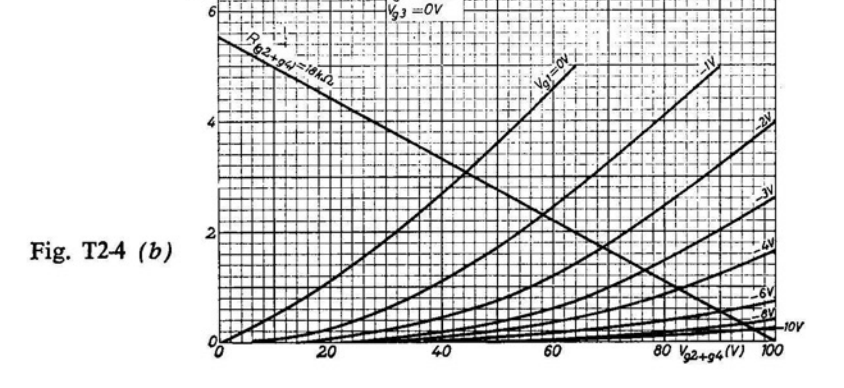
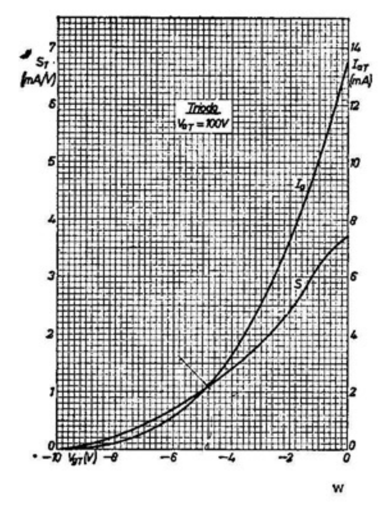



Fig. T2-4 *(b)*



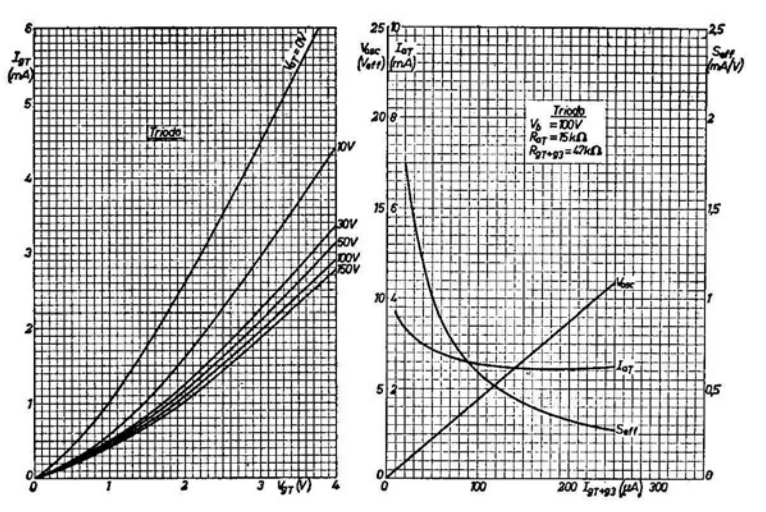




Fig. T2-4 *(c)*

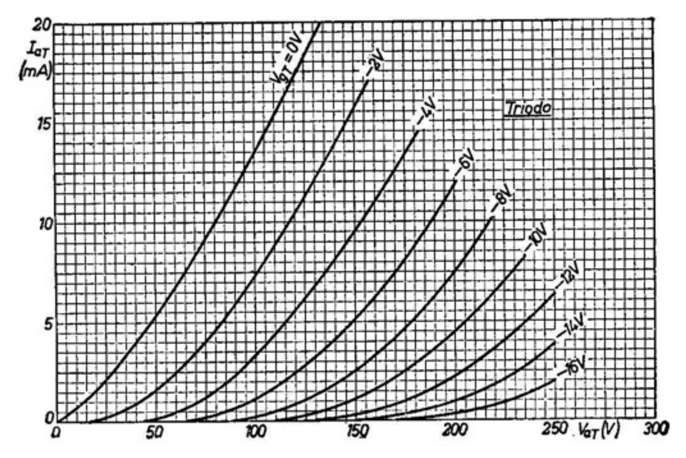



Fig. T2-4 *(d)*

LECCION **3**

# MONTAJE DEL OSCILADOR DEL RECEPTOR SUPERHETERODINO

## CIRCUITO PRACTICO DEL OSCILADOR

El oscilador del receptor que se construye forma un bloque único con la etapa mezcladora y ambas constituyen el *conversor de frecuencia.* En la figura T3-1 se muestra la etapa conversora completa y, en ella, la zona y los componentes que constituyen el oscilador.

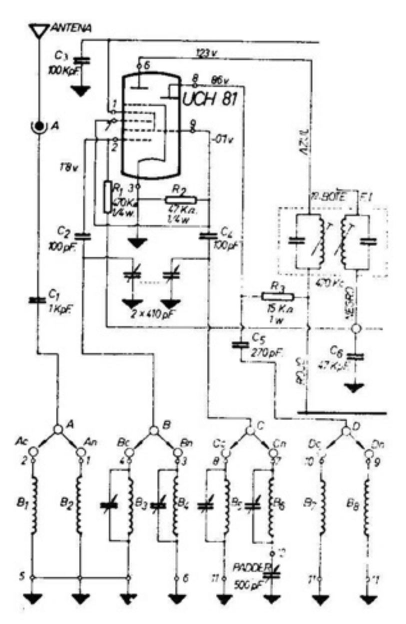



Fig. T3-1

El circuito que compone la sección triodo de la UCH 81 es el oscilador, que responde al tipo Meissner, cuyo funcionamiento se estudió en la 2.ª lección de teoría. La parte heptodo de la válvula conforma la sección mezcladora, también explicada en los temas teóricos.

Tanto para el oscilador como para el mezclador se utilizan ciertos elementos comunes, que se comentarán en un principio. El juego de 8 bobinas necesario en la etapa conversora se reparte, de forma que las denominadas $B_1$, $B_2$, $B_3$ y $B_4$ se usen en el mezclador y las $B_5$, $B_6$, $B_7$ y $B_8$, en el oscilador. Los puntos del circuito A, B, C y D se conectan mediante un conmutador, bien con las bobinas impares que sirven para sintonizar emisoras correspondientes a la onda corta, bien a las pares de onda normal. La forma y constitución de estas bobinas, Epsilon modelo M-646-UP, así como la numeración de sus terminales, se muestra en la figura T3-2.

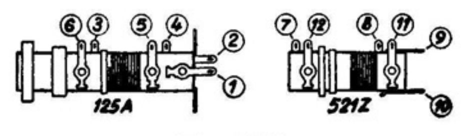



Fig. T3-2

También como elemento común existe un conmutador que posee 4 contactos centrales para los puntos A, B, C y D del esquema y frente a cada uno de ellos dos más exteriores, con los que queda unido con el que corresponda según el giro de su eje, eligiendo de esta forma las bobinas pares de O.N. o las impares de O.C. La figura T3-3 presenta el esquema de dicho conmutador, que ha de sujetarse fuertemente y con el tetón que posee haciendo tope en la chapa del chasis, para evitar que gire al mover su eje.

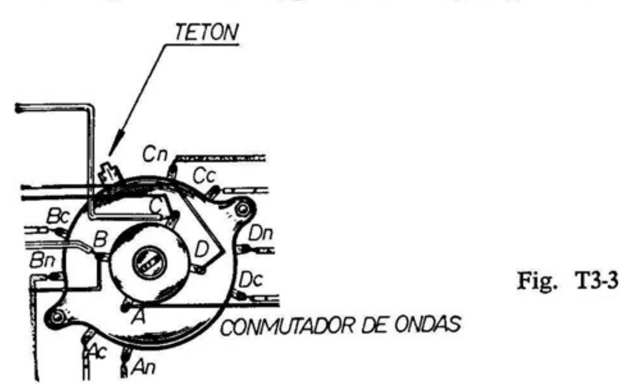



Fig. T3-3

Por último, otro componente común para las dos secciones de la etapa conversora es el condensador variable en tándem. Como la capacidad del circuito de sintonía que selecciona la emisora debe ser igual a la del oscilador para que éste proporcione siempre 470 KHz más que la emisora sintonizada, se precisan dos condensadores que varíen la capacidad al unísono, con dos secciones formadas por varias chapas metálicas fijas y varias móviles, que al girar con su eje de mando modifican la superficie común entre armaduras y, por tanto, la capacidad. El aire actúa como dieléctrico entre las armaduras fijas y las móviles. En la figura T3-4 se observa la constitución de este doble condensador variable, donde se aprecia que tiene tres terminales: uno, que sobresale por su parte inferior, y es común para ambos, en conexión con las armaduras móviles, y otros dos en la parte superior, uno para cada una de las dos secciones de armaduras fijas.

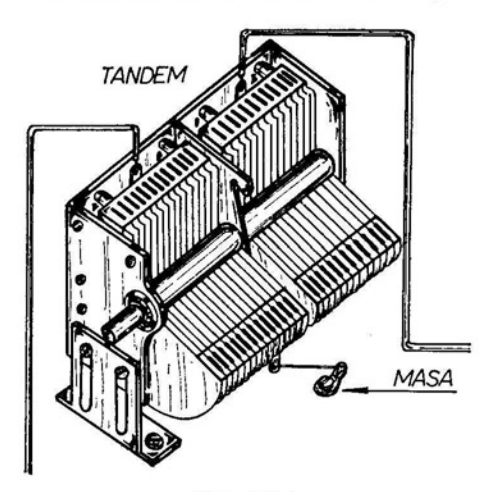



Fig. T3-4

El conmutador se coloca en el único agujero libre del chasis y de la chapa del cuadrante y su eje atraviesa no sólo este último sino también el lateral del chasis. La bobina grande, con sus terminales numerados del 1 al 6, se coloca vertical en el agujero libre que existe en el chasis, junto al condensador electrolítico de 50 + 50 μF, sujeta por dos tornillos, pero previamente hay que soldar entre las patas 3 y 6 un trimmer y otro entre las patas 4 y 5. Los trimmers son condensadores variables pequeños, en los que mediante el giro de un tornillo se cambia la posición rela-

tiva de su armadura móvil y con ello su capacidad. Se emplean para lograr un buen ajuste final del receptor. La figura T3-5 muestra dicha bobina grande ya sujeta y colocados los dos trimmers mencionados.

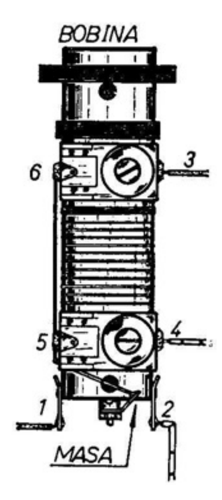



Fig. T3-5

Obsérvese en la figura T3-5 que en el orificio frontal que sujeta la bobina se ha colocado una toma de masa, desde la que va un cable hasta los terminales 5 y 6. La foto de la figura T3-6 es una vista superior del chasis, en la que se destaca la posición de la bobina más grande, así como la del conmutador de ondas, que es el eje que sobresale precisamente por debajo de la bobina (véase lámina al final del texto).

El condensador tándem se sujeta en 4 gomas insertas en los 4 agujeros laterales libres del chasis mediante sendos tornillos largos con arandela, por la parte inferior, delante de la tuerca. Las armaduras móviles del tándem deben abrirse hacia la zona lateral del chasis, según el detalle mostrado en la figura T3-6 (véase lámina al final del texto). Recuérdese el dibujo esquemático de la colocación del tándem de la figura T3-4.

La bobina más pequeña queda pendiente en el aire, a 1 cm de altura sobre el chasis aproximadamente, sostenida por un cable pelado grueso que sale de una toma de masa sujeta por un tornillo. Antes de colocarla en esa posición hay que soldar entre sus terminales 7 y 12 un trimmer y otro entre el 8 y el 11; también

hay que colocar un «padder», que es otro condensador variable mediante giro de tornillo, entre las patas 11 y 12, como muestra la figura T3-7.

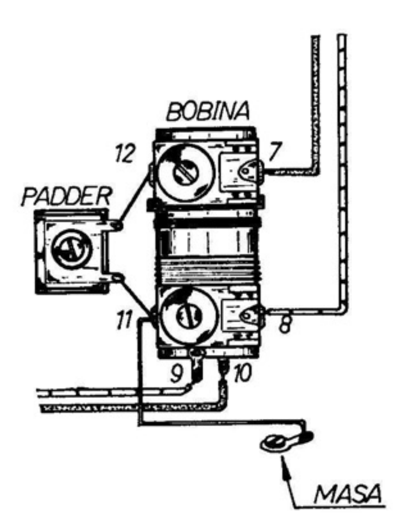



Fig. T3-7

La foto de la figura T3-8 (véase lámina al final del texto), muestra la posición final con que debe quedar esta bobina en el chasis. Obsérvese en esta foto que para despejar la zona en la que se colocan la bobina y el condensador están sin montar los componentes de las válvulas cercanas.

Una vez colocados los elementos comunes de la etapa conversora, se enumeran a continuación las fases que se deben de seguir para el conexionado de los componentes de la etapa osciladora en un orden lógico:

1.°) Mandar a masa la pata 3 de la UCH 81 con un cable pelado que saliendo de dicha patita atraviese la chimenea. Suéldese en los 4 puntos.

2.°) Se coloca una resistencia de 15 KΩ desde la pata 8 de la UCH 81 hasta el cable de alta tensión, procurando situarla hacia el lado de la UF 89, para que quede despejada la zona de la válvula conversora para el resto de los componentes.

3.°) Colocar una resistencia de 47 KΩ, 1/2 W, entre la pata 9 de la UCH 81 y una toma de masa. Como la pata 9 y la pata 7 de la UCH 81 han de quedar unidas, el extremo de la resistencia de

47 KΩ que pasa por la pata 9 se puede prolongar hasta la 7, soldando en ambas y logrando su conexión.

También se debe mandar a una toma de masa el terminal T de la plaqueta A - T.

Para la realización de las anteriores conexiones, así como para las restantes, se recomienda tener a la vista el primer desplegable que hay al final de este tomo, en el que además de representar el esquema de la etapa también se pueden apreciar todas las conexiones y componentes entre las bobinas, el tándem, el conmutador de ondas, la válvula UCH 81 y la plaqueta A - T.

4.°) Condensador de 270 pF, al que se recomienda proteger sus largos terminales con macarrón, que no es sino cable plástico hueco, entre la pata 8 de la UCH 81 y el terminal D, que es el central de la derecha del conmutador.

5.°) Condensador de 100 pF con sus terminales protegidos con macarrón entre la pata 9 de la UCH 81 y el terminal C del conmutador, como se presenta en el primer desplegable que hay al final del libro.

6.°) Preferiblemente con cable flexible, unir la pata $C_o$ del conmutador con la pata 8 de la bobina pequeña. La pata 11 de esta bobina ya está unida a masa por el cable que la sostiene y los trimmers y el padder que lleva también están montados anteriormente.

7.°) Cable desde el terminal $C_n$ del conmutador a la pata 7 de la bobina pequeña.

8.°) Cable desde $D_o$ a la pata 10 de la bobina pequeña, que es la inferior.

9.°) Cable desde $D_n$ a la pata 9 de la bobina pequeña, que es la superior.

Al final del libro se presenta una fotografía con el montaje completo de la etapa conversora, en la que se puede apreciar detalles de la situación de los componentes conexionados.

10.°) Finalmente, de la pata C del conmutador ha de salir otro cable flexible hasta cualquiera de las dos patas superiores del tándem, debiendo unir con una toma de masa el terminal común de las armaduras móviles del tándem, que sobresale por la parte inferior entre ambas secciones. En el primer desplegable del final del libro se han representado de forma diferente los cables correspondientes a O.N. con respecto a los de O.C.

LECCION 4

# MONTAJE DE LA SECCION MEZCLADORA DEL RECEPTOR SUPERHETERODINO

## MONTAJE PRACTICO

En este tema se trata de terminar el montaje del receptor de A.M., con la sección mezcladora, constituida por el circuito existente alrededor de la parte heptodo de la UCH 81 y que está representado en la figura T1-3 y en el esquema general que damos al final del libro en un desplegable. El funcionamiento teórico de esta etapa, así como la misión de sus componentes, ya se ha analizado en las lecciones teóricas de este tomo, por lo que se pasa a enumerar la organización lógica del conexionado, recomendando tener a la vista el desplegable en el que se encuentran representados todos los componentes, su situación y su interconexión.

1.°) Dado que ya está colocada la resistencia de 470 KΩ de entrada del c.a.s. a la rejilla de la UCH 81, patita 2, se comienza colocando un cable derecho y a ras del chasis, que une la patita 1 de la UCH 81 con la 8 de la UF 89; ambas patitas sirven para dar tensión a las rejillas pantallas de dichas válvulas y han de estar unidas al requerir ambas la misma tensión.

2.°) Colocar un condensador de 1.000 pF ($C_1$) protegidos sus extremos con macarrón, entre el terminal A de la plaqueta A - T y la pata A del conmutador de ondas.

3.°) Colocar otro condensador ($C_2$) de 100 pF entre la patita 2 de la UCH 81 y la B del conmutador.

4.°) Desde la pata B del conmutador ha de salir también un cable flexible hasta la pata superior del tándem que está libre.

5.°) Cable desde la pata $A_o$ del conmutador a la pata 2 de la bobina grande. En esta bobina ya se tienen colocados los trimbers y unidas a masa sus patas 5 y 6.

6.°) Unir mediante cable flexible la pata $A_n$ del conmutador a la pata 1 de la bobina grande.

7.°) Cable desde la pata $B_o$ del conmutador hasta la pata 4 de la bobina grande.

8.°) Cable desde la pata $B_n$ del conmutador hasta la pata 3 de la bobina grande.

Con esta última conexión se completa el receptor de radio. Sólo hay que realizar las pruebas y ajustes, la transmisión para el eje del tándem desde un botón de mando y la colocación en el interior del mueble.

Una fotografía con todo el conexionado realizado hasta el momento se muestra en la figura T4-1 (véase lámina al final del texto).

El receptor completamente montado, incluso con las válvulas, visto por la parte superior, se presenta en la figura T4-2 (véase lámina al final del texto).

Obsérvese que los 4 ejes que sobresalen por el cuadrante tienen diferente longitud, por lo que se recomienda serrarlos a la altura del mando sujeto a la chapa del cuadrante y situado a la derecha en la foto T4-2, en la cual no se le ha colocado botón de mando.

LECCION **5**

# PRUEBA Y AJUSTE DEL RECEPTOR DE RADIO

## PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE LA RADIO

Con el montaje de la práctica anterior se ha completado la construcción del receptor. Sólo queda la instalación de la transmisión para el giro de las armaduras del tándem desde un eje existente en el cuadrante y la colocación del chasis y el altavoz en el mueble. Sin embargo, antes de realizar estas operaciones hay que comprobar el buen funcionamiento del circuito, así como proceder a su ajuste.

La prueba inicial, que demostrará el buen funcionamiento en principio del receptor, será la captación de alguna o algunas emisoras. Para su consecución se realizan las siguientes operaciones.

*A)* De ser posible, se hará esta prueba de noche, dada la mejor recepción que se logra a esas horas a consecuencia de las variaciones de temperatura en la atmósfera y mejora de la transmisión de las ondas electromagnéticas.

*B)* Instalar una buena antena y conectarla al terminal A de la plaqueta A - T. La antena puede ser un cable de cualquier tipo, simplemente colgado y aislado, pero cuanto más largo sea y más alto se coloque, mejor será su captación. Aunque un cable de unos pocos metros puede servir, se mejoran notablemente los resultados conectándolo a un gran cuerpo metálico (caja, armario, o cualquier elemento de metal aislado) que aumente la superficie o instalándolo en el tejado o en un patio con una longitud mayor.

Las emisoras locales o potentes, una vez ajustado el receptor, se oirán incluso sin antena exterior, pero en esta primera prueba, para asegurar el éxito, se recomienda poner interés en la instalación de la antena.

*C)* Conectar a la red el aparato y regular el volumen al máximo.

*D)* Cuidar que la posición del conmutador de ondas sea la correspondiente a la O.M. en donde existirán más posibilidades de recoger alguna emisora. En caso de no sintonizar ninguna emisora se recomienda probar la otra posición del conmutador.

*E)* Una vez transcurridos los momentos iniciales en que se produce el calentamiento de las válvulas, hágase girar lentamente el eje del condensador variable hasta sintonizar alguna emisora, abriendo y cerrando sus armaduras móviles.

*F)* Comprobados los resultados en una onda, cambiar la posición del conmutador para cerciorarse de los resultados en la otra.

## INSTRUCCIONES CUANDO EL RECEPTOR NO FUNCIONA

Si las anteriores pruebas dan resultados negativos, es decir, no se logra escuchar ninguna emisora, hay que hacer una revisión completa del montaje siguiendo este orden:

### *A) FILAMENTOS*

Comprobar a simple vista el encendido correcto de los filamentos de las 5 válvulas, y, en caso de sospechar de alguna de ellas, medir la tensión existente entre las patas 4 y 5 y compararla con la correcta.

### *B) FUENTE DE ALIMENTACION*

Medir la tensión de salida del circuito rectificador en el cable pelado que saliendo del 2.º condensador electrolítico de 50 µF distribuye la c.c. al resto de los electrodos de las válvulas y que, según lo indicado en el esquema general del desplegable del final del libro, debe ser del orden de unos 123 V, con una tolerancia del 20 %, si la tensión de la red es de 125 V. En el caso de ser 220 V, este valor debía ser parecido, si la resistencia de absorción que se ha colocado absorbiese 220 — 125 = 95 V. De no ser así,

conviene sustituir la resistencia de absorción previa al circuito de caldeo de los filamentos por una variable con corredera intermedia, de 820 Ω y 20 W, como se muestra en la figura T5-1 (véase lámina al final del texto), desplazando dicha corredera hasta que la tensión de salida por ella sea exactamente de 125 V.

Cualquier variación importante de la tensión continua de salida de la fuente de alimentación originará la revisión de la válvula UY 85, las tensiones de su conexionado y la comprobación del estado de los componentes $R$ - $C$ del filtro en $\pi$.

## *C) AMPLIFICADOR DE BAJA FRECUENCIA*

1.° *Comprobación de la UL 84*

Tocando la pata 2 de la UL 84, o sea, su rejilla control, con el dedo, un inyector de B.F. o un generador de frecuencias como el que se describe más adelante y que proporciona una débil señal de B.F., deberá oírse en el altavoz la amplificación de dicha señal. En caso contrario, revisen el montaje, las tensiones de la válvula y el resto de los componentes.

2.° *Comprobación de la UBC 81*

Realícese la misma prueba que en la UL 84 con la pata 2 de la UBC 81, que es su rejilla de control, y si el resultado es negativo efectuar las mismas comprobaciones que en la etapa anterior, mientras que si es positivo se puede pasar a la prueba siguiente.

3.° *Comprobación del potenciómetro de volumen*

Introducir señal de B.F. por el terminal de la plaqueta de FONO que no va a masa y, haciendo girar el potenciómetro de volumen, constatar el aumento y disminución de la potencia del sonido. En caso de un funcionamiento irregular revisar los cables blindados y sus mallas, así como la correcta variación del valor de la resistencia del potenciómetro al mover su eje.

## *D) COMPROBACION DEL AMPLIFICADOR DE F.I.*

Para verificar el funcionamiento correcto de la etapa amplificadora de F.I. es preciso introducir una señal de F.I., o sea, de 470 KHz, en la rejilla de control o pata 2 de la UF 89 y comprobar el sonido final resultante. Aunque para este fin existen osciladores de muchos modelos y fabricantes, como ejemplo representativo se da en la figura T5-2 (véase lámina al final del texto), uno de la casa PROMAX.

El oscilador de la figura T5-2 proporciona B.F. por su correspondiente salida, indicada en la figura, mientras que en la salida de R.F. proporciona frecuencias de 0,1 a 100 MHz, de acuerdo con la gama elegida por el conmutador de escalas de frecuencia, combinado con la posición del mando central.

El atenuador sirve para regular la potencia de salida de la señal, que si sale por la toma de B.F. es de 800 Hz y si es por la de R.F. será la que determinen los mandos selectores de la frecuencia.

Eligiendo la frecuencia de 470 KHz de A.M. y llevándola a la rejilla de control (pata 2) de la UF 89, se comprueba el funcionamiento de ésta, siguiendo en caso negativo las mismas indicaciones que se han comentado en los pasos de B.F.

### *E) ETAPA CONVERSORA*

Se introduce por el terminal A de la plaqueta A - T una señal de 1.000 KHz generada por un oscilador como el PROMAX, anteriormente presentado, modulada en A.M. y con el conmutador en O.M. (500 a 1.600 KHz) se hace girar el tándem hasta que en una posición intermedia se sintonice la señal producida por el generador. En caso de no escuchar ningún sonido se siguen las mismas instrucciones. Se recomienda medir la tensión de la rejilla de control del triodo oscilador, que debe variar aproximadamente entre — 3 y — 6 V al ir abriendo poco a poco el tándem, con el conmutador en O.M. Después se comprueba el resto de las tensiones, cuyos valores correctos se indican en el plano general, junto con los componentes del circuito.

## AJUSTE DEL RECEPTOR SIN GENERADOR

La perfección del montaje efectuado se conseguirá cuando en O.N. y en O.C. se cubran los márgenes previstos con una buena calidad en la recepción del sonido. El que se escuchen más o menos emisoras depende de la antena, del estado de las válvulas, de la zona de recepción, de la calidad del montaje, de factores atmosféricos, etc.

En el caso de no poseer generador para el ajuste del receptor superheterodino, se parte del supuesto de que no se han manipulado los núcleos de los botes de F.I. y, por tanto, se suponen también ajustados en fábrica, por lo que en este sentido no se realizará ningún ajuste.

El ajuste en este caso tratará de lograr los dos objetivos siguientes:

1) Cubrir con el tándem las frecuencias previstas en cada una de las dos bandas de ondas.

2) Conseguir que el oscilador proporcione lo más exactamente posible 470 KHz más que la emisora sintonizada, para que la etapa conversora pueda producir una buena F.I. (arrastre).

Teniendo en cuenta que en O.C. casi no es necesario realizar ningún ajuste, se comienza colocando el conmutador en O.M. y realizando las siguientes operaciones, considerando que la localidad donde se realizan las pruebas dispone de dos emisoras que aproximadamente están en los límites superior e inferior de la banda (1.600 a 500 KHz) como el caso de Bilbao, que tiene una emisora (Radio Popular de Bilbao) en 1.503 KHz y otra (Radio Nacional) en 638 KHz.

1.° Con el tándem casi abosolutamente abierto, a falta de unos 2 milímetros, para su abertura total, retocar suavemente el trimmer que hay en la bobina pequeña, entre las patas 7 y 12, hasta escuchar lo mejor y más claro posible Radio Popular de Bilbao (1.503 KHz) (ver la figura T5-3, *a*).

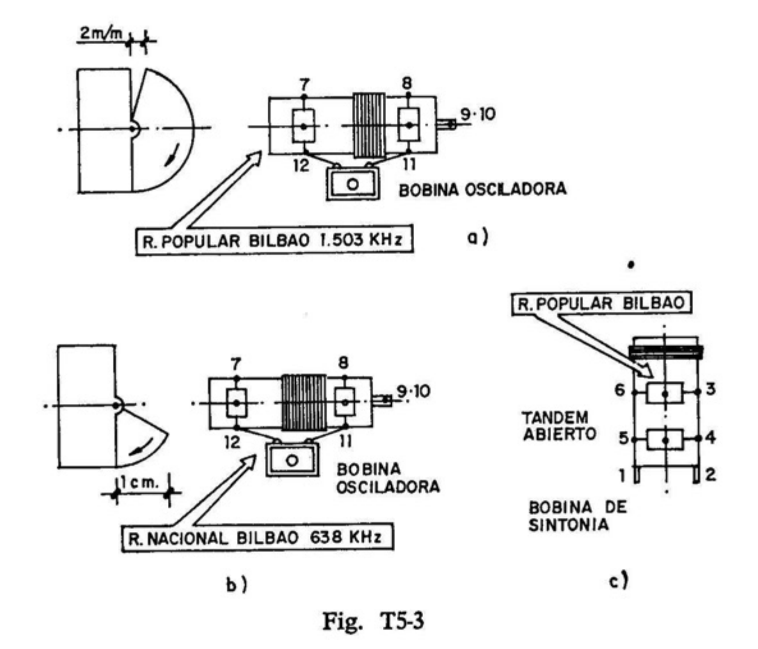



Fig. T5-3

2.º Con el tándem casi cerrado del todo, a excepción de 1 centímetro, mover suavemente el tornillo del padder hasta escuchar lo más fuerte y nítido posible Radio Nacional de España en Bilbao, de 638 KHz (ver la figura T5-3, *b*).

3.º Repetir la primera operación.

4.º Con el tándem abierto, a excepción de 2 milímetros, retocar el trimmer superior de la bobina grande, para lograr la mejor audición de Radio Popular de Bilbao (ver la figura T5-3, *c*).

## AJUSTE DEL RECEPTOR CON GENERADOR

En caso de disponer de un generador de R.F. capaz de dar las frecuencias usadas en F.I., O.M. y O.C., moduladas en amplitud por una audiofrecuencia, se realiza, además de los ajustes de los límites de las dos ondas y de la frecuencia de oscilador, el de los botes de F.I.

1.º *Ajuste de los botes de F.I.*

*a)* Con los potenciómetros de volumen y tono al máximo, enviando a masa el terminal de antena, cortocircuitando la sección osciladora del tándem para que no funcione y con el condensador variable abiertas sus armaduras, inyectar entre la rejilla de control de la amplificadora de F.I. (pata 2 de la UF 89) y masa una señal potente de 470 KHz modulada por una B.F., ajústense los núcleos del primer transformador de F.I. hasta escucharse la máxima señal en el altavoz. De todas formas y como es muy subjetivo el ajuste del receptor a oído, para más precisión se puede colocar un voltímetro de c.a. en su escala más baja en los terminales del altavoz y proceder al ajuste de los núcleos hasta conseguir la desviación máxima de la aguja.

*b)* Una vez ajustado el primer bote de F.I., pásese a inyectar los 470 KHz del generador a la rejilla de control de la mezcladora (pata 2 de la UCH 81) y procédase de igual forma que antes, pero retocando ahora suavemente los núcleos del 2.º transformador de F.I., o sea, el situado entre la UCH 81 y la UF 89, hasta llegar a la máxima deflexión del voltímetro.

2.º *Ajuste del oscilador en O.M.*

Para que el oscilador produzca lo más exactamente posible una frecuencia superior en 470 KHz a la de la emisora sintonizada se efectúa la operación denominada «arrastre», que consiste en ajustar en tres posiciones de frecuencia de sintonía los conden-

sadores variables dispuestos en paralelo con las bobinas. Para simplificar este ajuste y su mejor comprensión se efectuarán sólo dos ajustes en las frecuencias límites de la O.M.

En primer lugar hay que deshacer el corto hecho para el ajuste de la F.I. entre las armaduras del condensador variable, sección osciladora, así como la puesta a masa del terminal de antena, dejando el voltímetro y los potenciómetros de volumen y tono en las mismas condiciones y el conmutador de ondas en O.M.

*a)* Introducir una señal de 500 KHz con el generador por el terminal A de la plaqueta A-T, teniendo el tándem cerrado al máximo, y actuar sobre el padder hasta conseguir el mayor voltaje.

*b)* Abriendo al máximo las armaduras del variable inyectar por el terminal A una señal modulada en B.F. de 1.600 KHz, retocando hasta conseguir la máxima deflexión de la aguja del voltímetro, el trimmer colocado entre las patitas 12 y 7 de la bobina osciladora, que es la más pequeña de las dos.

*c)* Repetir varias veces las dos operaciones anteriores.

3.° *Ajuste del oscilador en O.C.*

De la misma forma que en O.M. en la O.C. se comienza inyectando con el generador, estando el tándem medio abierto, una señal modulada en B.F., de una frecuencia de unos 12 MHz. Se retoca suavemente el trimmer situado entre las patas 11 y 8 de la bobina osciladora hasta lograr la máxima deflexión en el voltímetro. Realizando este ajuste en 12 MHz que es aproximadamente la media entre los 6 y 20 MHz que comprende la O.C., es suficiente. Para este ajuste el conmutador de ondas debe situarse en la posición de O.C.

4.° *Ajuste del circuito de entrada de O.M.*

*a)* Pasando el conmutador a O.M., inyecten por el terminal A una señal de 500 KHz, retocando el trimmer situado entre las patas 3 y 6 de la bobina de antena hasta conseguir la máxima deflexión en el voltímetro con el tándem cerrado.

*b)* Abierto el tándem, inyectar 1.600 KHz por el terminal de antena y, retocando el trimmer de la operación anterior, volver a conseguir la máxima deflexión.

*c)* Repetir varias veces las dos operaciones anteriores hasta dejar el trimmer en el que se actúa en la mejor posición para obtener la mayor deflexión en los dos procesos de ajuste.

5.º *Ajuste del circuito de entrada de O.C.*

a) Pasando el conmutador a O.C., inyectar unos 6 MHz con el tándem cerrado y retocar el trimmer situado en las patas 4 y 5 de la bobina de antena hasta lograr la máxima deflexión del voltímetro.

*b)* Con el tándem abierto e inyectando una frecüencia de unos 16 MHz retocar nuevamente el trimmer de la sección anterior hasta llegar a la máxima indicación en el voltímetro.

*c)* Repetir varias veces estas operaciones hasta conseguir el mejor término medio entre los dos ajustes anteriores.

LECCION 6

# ACABADO FINAL DEL RECEPTOR Y COLOCACION EN EL MUEBLE

## TRANSMISION DEL MOVIMIENTO DE GIRO DEL TANDEM

Las dos secciones del condensador variable van variando al unísono su capacidad, al mismo tiempo que se van sintonizando las diferentes emisoras al sacar y meter las armaduras móviles entre las fijas cuando se hace girar el eje. Se trata de sintonizar las emisoras desde un eje situado en la chapa del cuadrante y al lado de los dos ejes de los potenciómetros de volumen y tono y del conmutador, para que, además de reunir en el mismo sitio todos los mandos del receptor, queden situados en la zona en que se corresponden con los orificios del mueble que contendrá al conjunto. Por lo tanto, es necesario transmitir el giro del eje situado en el cuadrante al eje del tándem, para lo que se usa una cuerda de transmisión y una rueda de plástico que se coloca en el eje del condensador. Las operaciones necesarias para alcanzar este fin son las siguientes:

1.ª Aunque ya se indicó, se vuelve a recalcar que la longitud de los 4 mandos que sobresalen por el cuadrante ha de ser la misma, debiéndose cortar a la altura del eje sujeto al cuadrante y que será el encargado de la transmisión del movimiento del tándem.

2.ª Colocar la rueda de plástico en el eje del tándem, con éste completamente cerrado, con el tornillo de sujeción hacia dentro y sin apretar.

3.ª Enganchar uno de los extremos del muellecito en el agujero de la rueda, según se indica en la figura T6-1, y atarle al otro extremo el final de la cuerda que se empleará en la transmisión y que puede ser del tipo hilo-bala fino, cuerda especial para este fin, hilo de nilón para pescar, etc.

4.ª Anudada la cuerda al muelle, se le hace pasar por la garganta que hay en la periferia de la rueda, en la que se sitúa según la flecha 1 de la figura T6-1.

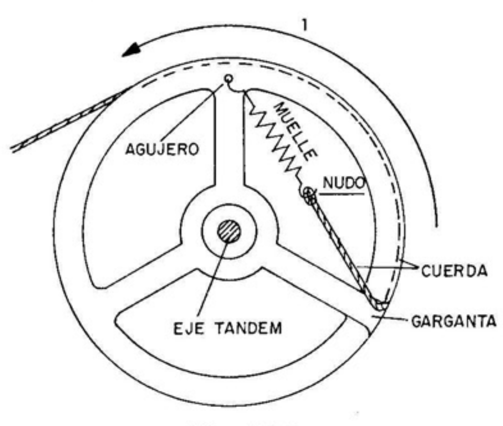



Fig. T6-1

5.ª Sale la cuerda de la rueda y se dirige al canal interno del eje sujeto a la chapa del cuadrante, donde da dos vueltas y sale según la flecha 2 (ver la figura T6-2).

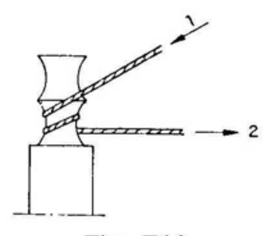



Fig. T6-2

6.ª La cuerda sale según la flecha 2 hasta la polea que hay a la derecha del chasis,donde da media vuelta y sigue hasta la polea de la izquierda, en la que tras dar otra media vuelta regresa al canal externo del eje del cuadrante, al que rodea con una vuelta y sale según la flecha 3 (ver figura T6-3).

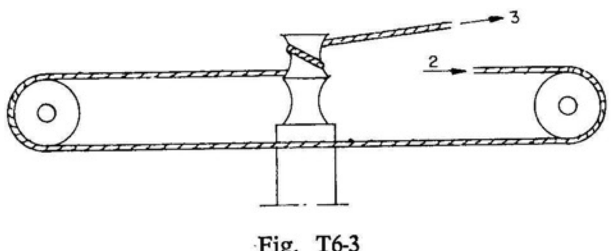



Fig. T6-3

7.ª Finalmente, la cuerda penetra por el canal de la rueda y por su garganta, anudándose su extremo libre al del muelle en que se había anudado el principio de la cuerda, de manera que el muelle y la cuerda queden tensos y no patine la cuerda al girar el eje (ver la figura T6-4).

8.ª Sin mover las armaduras del tándem, que deben seguir completamente cerradas, se hace girar hacia la derecha la rueda hasta que la cuerda penetre tangencialmente a la rueda en la trayectoria de la flecha 3. En esta posición se aprietan los tornillos que fijan la rueda al eje del tándem.

9.ª Entrelazar la aguja que indicará la sintonía del receptor en la cuerda, de forma que quede hacia el número 100 de los que hay grabados en el dial, o sea, a la derecha del mismo (ver la figura T6-4).

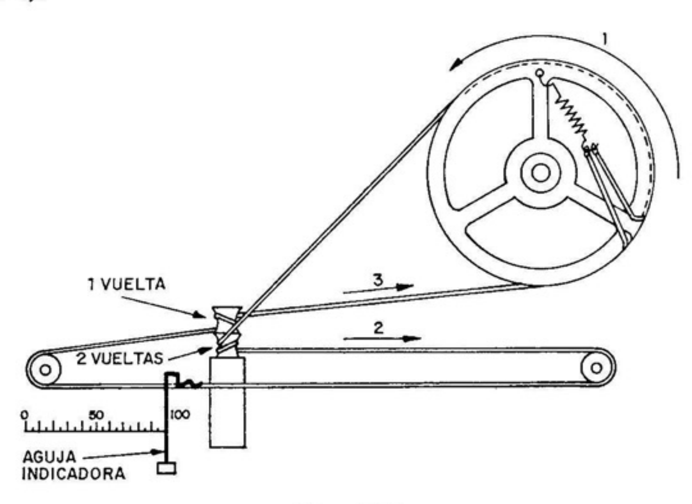



Fig. T6-4

## INSTALACION DEL RECEPTOR EN EL MUELLE

Simplemente se trata de sujetar el altavoz con 4 tirafondos en el orificio que dispone el mueble para este fin, cuidando que al introducir el chasis no pegue con alguna zona del mueble el transformador de salida o algún otro elemento, por lo que será conveniente descentrar un poco la situación del altavoz. Si existe sitio suficiente en el frontis, al lado de donde se coloca el altavoz, se sitúa el transformador de salida, el altavoz puede quedar perfectamente centrado de esta forma.

A continuación se sujeta el chasis al mueble por la parte inferior mediante 2 tornillos largos. En la figura T6-5 (véase lámina al final del texto), se observa el mueble con el chasis instalado, por la parte de atrás.

Finalmente se colocan los cuatro botones embellecedores a los cuatro ejes de los mandos que sobresalen por el mueble (potenciómetros de volumen, tono, conmutador y sintonía) presentando este último un aspecto final por su cara frontal como el que muestra la figura T6-6 (véase lámina al final del texto).

LECCION 7

# MISION DE CADA ELEMENTO DEL RECEPTOR DE RADIO Y AVERIAS QUE PRODUCE. LOCALIZACION DE AVERIAS

## INTRODUCCION

Se hace a continuación una exposición de todos los componentes del receptor, indicando su misión concreta y las consecuencias más probables que ocasiona su fallo. Se recomienda tener a la vista, para seguir más cómodamente esta descripción, el plano desplegado que hay al final del libro con el esquema completo del receptor superheterodino y la denominación de cada componente.

Los componentes que constituyen el receptor se presentan agrupados en las diferentes etapas o bloques que componen el superheterodino.

## ETAPA DE SINTONIA O DE ENTRADA

Su misión es la de recoger y seleccionar la emisora que se precisa. Consta de la antena, los condensadores $C_1$ y $C_2$, las bobinas $B_1$, $B_2$, $B_3$ y $B_4$, estas dos últimas con sus respectivos trimmers en paralelo, y una de las dos secciones del tándem, concretamente la que está unida al terminal B del conmutador.

*Antena:* Consiste normalmente en un cable aplicado al terminal A de la plaqueta A - T. Aunque las emisoras cercanas y potentes se recojan sin necesidad de ningún tipo de antena, se lograrán mejores resultados cuanto más largo sea y más alto esté situado el cable que constituye la antena.

$C_1$: Presenta una gran reactancia $X_o$ a las bajas frecuencias como la de la red de 50 Hz, aislando la antena del voltaje de red que existe en el chasis del receptor, ya que uno de los polos de la tensión de entrada está unido al chasis a través del interruptor. Un corto en este condensador supondrá la posibilidad de recibir una descarga al tocar el cable de antena.

$B_1$ y $B_2$: Son las bobinas (la primera para O.C. y la segunda para O.M.) encargadas de recibir entre sus extremos las diferentes tensiones inducidas procedentes de las emisoras y que recoge la antena.

$B_3$ y $B_4$: Son los secundarios de las bobinas mencionadas anteriormente. Dichas bobinas se sintonizan en la frecuencia de la emisora elegida, mediante la sección del tándem correspondiente y con los trimmers cuya capacidad ronda los 40 pF y que, en paralelo con $B_3$ y $B_4$, permiten ajustar el arrastre de todas las frecuencias en ambas ondas.

$C_2$: Impide que la componente continua y negativa del c.a.s. que se aplica a la pata 2 de la UCH 81 se derive a masa a través de $B_3$ o $B_4$. En caso de corto se elimina la señal del c.a.s. y su actuación, escuchando un sonido distorsionado con señales fuertes.

## ETAPA CONVERSORA

Formada por la parte heptodo de la UCH 81, tiene la misión de recibir por la pata 2 de dicha válvula la señal de la emisora y por la 7, en corto con la 9, la del oscilador, dando origen a su batido y a la producción, entre otras, de la señal diferencia entre las dos frecuencias, que vale siempre 470 KHz y se llama F.I. Esta sale por la placa de dicha válvula, se separa de las demás y se pasa a la siguiente etapa por medio de un transformador sintonizado a 470 KHz denominado en el plano desplegable «1.º bote de F.I.».

$R_1$: Polariza y aplica a la rejilla de control la tensión del c.a.s., que en caso de abrirse originaría un zumbido en el sonido y en caso de cortocircuitarse al polarizar excesivamente a la UCH 81 reduciría su amplificación, debilitando el sonido.

$C_3$: Se trata de un condensador de desacoplo de la rejilla pantalla de la UCH 81, cuya tensión se establece a través de $R_5$, común también para la pantalla de la UF 89. En caso de corto de $C_3$, $R_5$ se quemaría por paso excesivo de corriente, y en caso de abrirse se percibiría un fuerte zumbido que daría origen al efecto de «motor de canoa», denominación que recibe por su parecido.

*1.er bote de F.I.:* Se trata de un transformador sintonizado a 470 KHz y que permite únicamente el paso de dicha frecuencia, eliminando las restantes. El fallo más usual es la rotura de alguna conexión de los 4 cables de salida o de los devanados internos, que es fácilmente localizable aplicando el polímetro en la escala de ohmios, entre los terminales del devanado primario o del secundario y comprobando su continuidad.

Ayudará mucho a deducir en cada etapa la avería posible la comprobación de las tensiones que se indican en el esquema general del receptor que va al final del libro.

## ETAPA OSCILADORA

Actúa en esta etapa como componente destacado la triodo de la UCH 81, formando con los elementos asociados un oscilador del tipo Meissner, ya comentado en los temas teóricos. El buen funcionamiento del oscilador se comprueba cuando la tensión de las patas 7 y 9 de la UCH 81 varía entre los —3 y los —6 V al pasar el tándem de la posición de cerrado a la de abierto.

$B_5$ y $B_6$: Junto con los trimmers que poseen en paralelo para conseguir el ajuste correcto de las altas frecuencias y de la otra sección del tándem, forman el circuito tanque del oscilador para O.C. y O.M. respectivamente. El padder sirve para ajustar el oscilador en la frecuencia límite inferior de O.M., de 600 KHz.

$B_7$ y $B_8$: Son las bobinas necesarias en el oscilador para provocar la realimentación en cada onda.

$R_2$ y $C_4$: Forman la polarización por escape de rejilla de la sección triodo. El mal estado de estos dos elementos supone un mal funcionamiento del oscilador y de la generación de la F.I. Con $R_2$ en corto el oscilador no genera señales y dejan de escucharse emisoras. Con $C_4$ abierto aparecen ruidos extraños al variar la posición del tándem y si está en corto la sintonía queda desplazada notablemente.

$R_3$: Resistencia de carga del triodo, que en caso de abrirse deja sin tensión la placa de dicha válvula, anulándose la generación de frecuencias del oscilador y, por consiguiente, la posibilidad de captar emisoras.

$C_5$: Impide el paso de la c.c. de la placa del triodo oscilador a las bobinas, que al ir a masa la cortocircuitarían. En caso de corto de $C_5$ podría quemarse por exceso de corriente, al poner a masa la tensión de la placa del triodo, la resistencia $R_3$ o las bobinas $B_7$ y $B_8$.

## ETAPA AMPLIFICADORA DE F.I.

Constituida como parte principal por la UF 89, tiene la misión de amplificar todo lo posible la F.I. de 470 KHz.

*$R_5$*: Resistencia de polarización de la reja pantalla de la UF 89 y también de la UCH 81. Si estuviese cortada suprimiría la tensión de las rejas pantallas de las dos válvulas impidiendo su funcionamiento y por lo tanto el del receptor.

*2.º bote de F.I.:* Al igual que el primero, es un transformador sintonizado a 470 KHz, cuya misión es hacer que el primario actúe como carga de la UF 89 y el secundario traslade la señal de F.I. a la etapa siguiente. También, como el primer bote, sus averías más corrientes consisten en roturas de los devanados o del conexionado de sus extremos.

## ETAPA DETECTORA

Recibe la F.I. y la convierte en B.F., para lo cual precisa un diodo, que es uno de los que contiene la UBC 81, y un condensador. El diodo rectifica la F.I.

*$C_7$*: Filtra la corriente detectada por la UBC 81 de la F.I. y la convierte en B.F. que, por un lado, aplica al potenciómetro de volumen para su posterior amplificación y, por otro, al circuito formado del c.a.g. Si $C_7$ estuviese en corto no se produciría la B.F. y el altavoz quedaría mudo.

## ETAPA DEL C.A.G.

Formada por el condensador $C_6$ y la resistencia $R_4$ que filtran la B.F. y producen una tensión tanto más negativa cuanto mayor sea la amplitud de la B.F. El corto de $C_6$ o la apertura de la resistencia $R_4$ originaría la no aplicación del c.a.g. a las rejillas de control de la UF 89 y la UCH 81, con lo que anularía su actuación.

## ETAPA PREAMPLIFICADORA DE B.F.

La B.F. presente en el potenciómetro de volumen se aplica a la rejilla del triodo de la UBC 81, que amplifica su nivel de tensión.

$P_1$: Potenciómetro de volumen, actúa como resistencia de descarga del condensador $C_7$ del detector, recogiendo parte de la señal de B.F. e introduciéndola a la rejilla del triodo preamplificador. El corto de $P_1$ anularía la B.F. y por lo tanto el sonido final.

$C_8$ y $R_6$: Polarización por rejilla del triodo preamplificador de B.F. (UBC 81). No se escucharía ningún sonido en el altavoz en caso de abrirse $C_8$.

$R_7$: Resistencia de carga del triodo UBC 81. Si se abriese no quedaría polarizada la placa de la UBC 81, por lo que se anularía el sonido del altavoz.

$C_{12}$ y $P_2$: Constituyen el control de tono del receptor y tienen por misión enviar a masa las frecuencias más elevadas en mayor o menor proporción.

$C_9$: Condensador de acoplo entre la etapa amplificadora de B.F. (UBC 81) y la de salida (UL 84); impide el paso de la c.c. de la placa de la 1.ª a la rejilla de la 2.ª Su corto originaría la presencia de alta tensión en la rejilla de la UL 84 y su trabajo anormal, y si el condensador se abriera impediría el paso de la B.F. de una a otra etapa y por lo tanto el sonido en el altavoz.

$R_8$: Forma junto con $C_9$ el conjunto $R$-$C$ necesario para el acoplo entre etapas. Su corto equivaldría a la supresión de la señal de B.F. y a la desaparición del sonido del altavoz.

## ETAPA DE SALIDA DE B.F.

Con el pentodo de potencia UL 84 se amplifica el nivel de salida hasta el grado que requiere el altavoz.

$R_9$ y $C_{10}$: Constituyen la polarización por cátodo de la UL 84. El corto de estos elementos ocasiona la falta de polarización y amplificación de esta válvula con producción de una importante distorsión. En caso de abrirse $R_9$ la válvula deja de amplificar.

Transformador de salida: Sirve para la adaptación de impedancias. El primario, con 3.000 Ω, actúa como carga de la UL 84 y el secundario, con 4 Ω, acopla la señal que recibe al altavoz. El corte de uno cualquiera de estos dos devanados ocasiona la falta de sonido en el altavoz.

$C_{11}$: Elimina el paso de las frecuencias por el primario del transformador y, por tanto, su reproducción en el altavoz. Su cortocircuito anula la actuación del primario y por tanto queda mudo el altavoz.

## FUENTE DE ALIMENTACION

Es el circuito encargado del suministro de las tensiones de c.c. y de c.a. que precisa el receptor. Dada la simplicidad y las indicaciones ya hechas en el tomo 2.° de esta obra sobre los filamentos, únicamente se cita el circuito rectificador y conversor de la c.c. a base del diodo UY 85, junto con el filtro formado por los dos condensadores de 50 μF y la resistencia de 1.500 Ω.

$C_{12}$, $C_{13}$ y $R_{10}$: Forman el filtro necesario para la tensión rectificada que se obtiene de la salida de la UY 85. El corto de los condensadores equivale al de la tensión de alimentación y al paso de una corriente elevada por la UY 85 y su posible rotura. $R_{10}$ abierta impide que pase a la línea de alta tensión continua el voltaje y, por tanto, el funcionamiento de todo el receptor, con ausencia total de sonido.

$C_{14}$: Sirve para evitar el zumbido producido por la tensión de la red de 50 Hz.

## METODO PARA LA LOCALIZACION DE AVERIAS

Partiendo del supuesto que el origen del mal funcionamiento del receptor no estriba en su ajuste, pues en tal caso habrá que realizar las operaciones dedicadas a este tema, y que existe tensión correcta en la red, el procedimiento que se debe seguir para encontrar la avería en el montaje del receptor de A.M. es el siguiente:

1.°) Comprobar el correcto funcionamiento del interruptor y el encendido de los filamentos. En caso de duda, medir las tensiones que absorben y compararlas con las correctas.

2.°) Con los filamentos de las cinco válvulas trabajando correctamente se mide la tensión existente en el cable de alta tensión continua de la fuente de alimentación, comparando dicho valor con el indicado en el esquema, y en caso de existir una notable diferencia:

*a)* Comprobar el conexionado de los componentes.

*b)* Sustituir la válvula UY 85 por otra nueva.

*c)* Comprobar los dos condensadores electrolíticos de 50 μF y la resistencia de 1.500 Ω.

3.°) En correcto estado el caldeo de filamentos y la tensión de salida de c.c. de la fuente de alimentación, se pasa a comprobar el funcionamiento de la etapa de salida con la UL 84 como válvula que la caracteriza. Para saber su respuesta se introduce en su rejilla de control, pata 2, una señal de B.F. producida por un generador o por un inyector o a falta de todo por el mismo dedo. En caso de existir una respuesta correcta se pasa a la etapa siguiente; de lo contrario:

*a)* Se revisa el montaje, ya que es presumible que sin experiencia y en un montaje inicial la causa más probable sea una equivocación en el conexionado.

*b)* Se sustituye la válvula UL 84.

*c)* Se comprueban las tensiones de cátodo, placa y pantalla, para deducir y comprobar los elementos sospechosos de estar en mal estado.

4.°) Una vez superadas las pruebas anteriores, se pasa al estudio de la siguiente etapa, que será la preamplificadora de B.F. Introduciendo B.F. con un generador, inyector o el mismo dedo, a la rejilla de control de la UBC 81, patita 2, en caso de no escuchar su reproducción en el altavoz se realizan las siguientes operaciones:

*a)* Comprobación del conexionado.

*b)* Cambio de la válvula UBC 81.

*c)* Medida de tensiones de la UBC 81 y deducción y comprobación de los elementos sospechosos.

5.°) Pasadas satisfactoriamente las pruebas anteriores, se comprueba el estado del detector y el c.a.g. sobre todo, midiendo las tensiones de su circuito y comprobando el conexionado y el estado de sus componentes. Antes conviene comprobar el estado del potenciómetro de volumen y los cables blindados inyectando B.F. en la pata del FONO que no va a masa.

6.°) Para conocer la respuesta del amplificador de F.I. se introduce por la rejilla de control de la UF 89, patita 2, una señal de 470 KHz procedente de un generador y se observa el sonido que produce en el altavoz, revisando, en caso negativo, lo siguiente:

*a)* Conexionado.

*b)* Válvula UF 89.

*c)* Tensiones y elementos sospechosos.

7.º) Si hasta la etapa de F.I. el funcionamiento ha sido correcto, no cabe duda que el efecto estará ubicado en la etapa mezcladora-osciladora a base de la UCH 81 en la que se procederá como de costumbre:

*a)* Revisión del montaje con mucho cuidado y comprobación de la realización correcta de las soldaduras.

*b)* Sustitución de la válvula UCH 81.

*c)* Comparación entre las tensiones indicadas en el esquema general y las del circuito, muy en especial las de la rejilla de la osciladora y las placas de las dos secciones.

*d)* Análisis de los elementos sospechosos.

Posteriormente a la localización y solución de la avería del receptor se pasa a realizar los ajustes expuestos en temas anteriores.

LECCION **8**

# EL OSCILOSCOPIO

## DESCRIPCION Y APLICACIONES

Se presenta en este tema un análisis muy somero de un instrumento de medida imprescindible en un buen taller electrónico: el osciloscopio, que es un aparato capaz de medir la magnitud de cualquier tipo de señal (c.a., dientes de sierra, ondas cuadradas, etcétera) y visualizarla en la pantalla que posee. En muchas ocasiones el polímetro no se puede utilizar para medir, bien porque no se trate de una c.c. o una c.a. (únicos tipos en los que sirve), bien porque interese conocer si existe alguna distorsión o deformación en la señal o algún desfase. Todos estos requerimientos quedan resueltos con el osciloscopio.

Como sólo se trata de ofrecer una idea simple de la constitución y comportamiento del osciloscopio, ya que su manejo y la experiencia se adquieren teniendo en cuenta las características indicadas en el manual correspondiente al modelo que se utilice, se presenta la descripción del modelo TO-2 Bestone, que es uno de los más sencillos interna y externamente, diseñado para empleo en TV ya que sólo tiene dos frecuencias de trabajo (50 y 15.625 Hz) y cuya fotografía se expone en la figura T8-1 (véase lámina al final del texto).

El principal componente del osciloscopio es el tubo de rayos catódicos, que posee una pantalla fluorescente en la cual queda formada la imagen de la señal que se le aplica.

## EL TUBO DE RAYOS CATODICOS (T.R.C.)

Se trata de una válvula de vacío de grandes dimensiones, caracterizada por contener un cañón termiónico, que produce un intenso y veloz haz de electrones que envía hacia una pantalla fluorescente, la cual se ilumina con el impacto, y una unidad de deflexión encargada de desviar el haz hacia el punto preciso de la pantalla.

El esquema interno de la constitución de un T.R.C. es el mostrado en la figura T8-2.

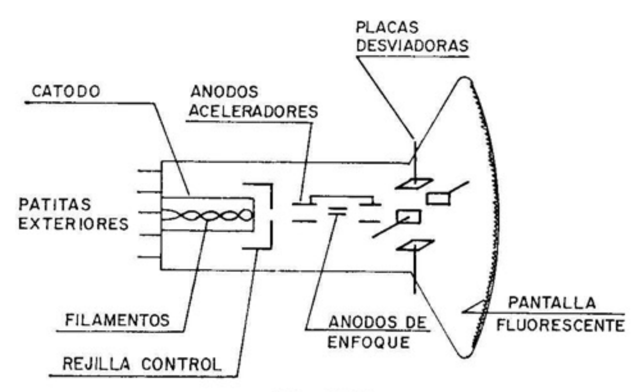



Fig. T8-2

EMISION TERMIONICA: La producción de electrones se consigue mediante el calor desprendido por los filamentos, que imprime una temperatura elevada al cátodo.

CONTROL DE LA INTENSIDAD DEL HAZ DE ELECTRONES: Se obtiene variando la tensión negativa de rejilla de control respecto al cátodo. Cuanto más negativa sea la rejilla menos electrones pasarán hacia la pantalla y la figura tiene menos luminosidad.

VELOCIDAD DEL HAZ DE ELECTRONES: Se alcanzan velocidades importantes aplicando una elevada tensión positiva a los ánodos aceleradores.

ENFOQUE: La mayor o menor concentración de los electrones del haz se regula variando la tensión aplicada al ánodo de enfoque, lo que hace que las líneas que conforman la figura en la pantalla sean más o menos finas.

PANTALLA FLUORESCENTE: En la parte interna de la pantalla existe un recubrimiento de material fluorescente que tiene la propiedad de iluminarse más o menos fuertemente según la velocidad y cantidad de electrones que choquen contra ella. La forma de esta pantalla suele ser redonda. La iluminación producida por el haz de electrones puede observarse desde el exterior a través del cristal transparente que conforma el tubo.

UNIDAD DE DESVIACION: El haz de electrones se orienta para que choque en el punto medio de la pantalla; para desviarlo y formar una figura se disponen dos placas verticales y otras dos horizontales, a las que se aplican las tensiones adecuadas (ver la figura T8-3).

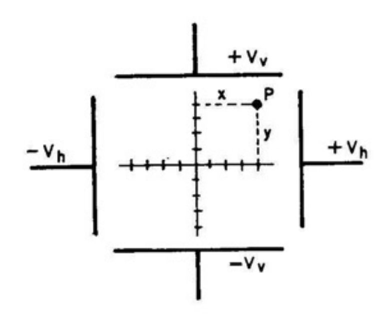



Fig. T8-3

En el ejemplo de la figura T8-3 se han hecho positivas las placas de arriba y de la derecha, habiéndose desplazado el punto desde el centro a *P*, a una distancia *x* horizontalmente desde el centro y a una distancia *y* hacia la parte superior, proporcionales ambas a las tensiones aplicadas.

## FORMACION DE LA IMAGEN EN LA PANTALLA

Si suponemos que se desea observar en la pantalla del osciloscopio una tensión alterna, ésta ha de aplicarse a las placas desviadoras verticales. En estas condiciones, y sin ninguna polarización en las horizontales, se vería una raya vertical en la pantalla, según la figura T8-4.




Fig. T8-4

Si se desea contemplar en la pantalla la señal aplicada a las placas verticales hay que ir desplazando el punto luminoso que ocasiona el haz de electrones también en sentido horizontal, al mismo tiempo que se desvía verticalmente. Aplicándoles a las placas horizontales un diente de sierra que tenga la misma duración que el ciclo de c.a., que se aplica a las verticales, se combinarán las dos deflexiones y producirán en la pantalla del osciloscopio la imagen de la c.a., según la figura T8-5.

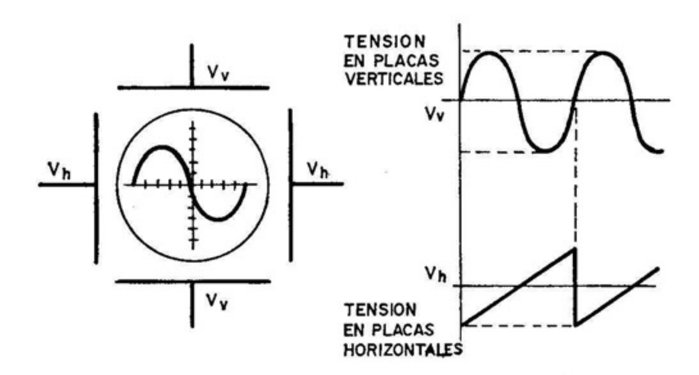



Fig. T8-5

Para ver un ciclo de la señal que se aplica a las placas verticales es preciso que reciban las placas horizontales un diente de sierra de la misma duración, para que con la combinación de las dos deflexiones el haz de electrones dibuje en la pantalla la señal existente en las placas verticales. Si las frecuencias de ambas señales superan los 25 Hz al recorrer el haz de electrones a mucha velocidad la forma de la señal, dadas las características de persistencia del ojo humano, se apreciará en la pantalla el ciclo completo.

Los dientes de sierra horizontales los ha de crear un circuito interno que posee el propio osciloscopio y cuya frecuencia ha de poderse ajustar para equipararla con la de la tensión a representar.

El osciloscopio Bestone TO-2 tiene un esquema interno que es el de la figura T8-6, que resulta muy simple dentro de los que poseen estos aparatos.

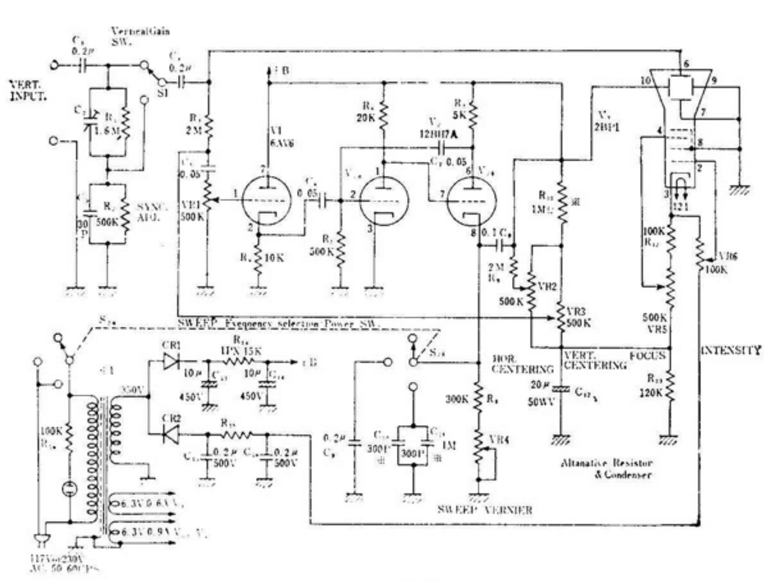



Fig. T8-6

Dispone de una fuente de alimentación equipada con los diodos $CR_1$ y $CR_2$, dos salidas de c.c., un circuito de entrada para las placas verticales, donde se introduce la señal que se desee representar en la pantalla (VERT INPUT), que dispone del conmutador $S_1$ para aplicarla totalmente o sólo una parte, si la señal fuese grande y no cupiese en la pantalla. El potenciómetro $VR_1$ (SYNC ADP) sirve para que con parte de la señal vertical de entrada se logre la sincronización con los dientes de sierra horizontales que producen las válvulas $V_1$ y $V_2$, y que al trabajar sólo en las dos frecuencias de TV (50 y 15.625 Hz) con el conmutador $S_{2b}$ se elige la capacidad precisa para cada frecuencia. $VR_2$ regula la componente continua de las placas horizontales y desplaza en este sentido la figura. $VR_3$ hace otro tanto con las placas verticales. El poten-

ciómetro $VR_5$ regula la tensión del ánodo de enfoque y la anchura de las líneas que forman la imagen, mientras $VR_6$ regula la tensión negativa de rejilla y con ella la cantidad de electrones que chocan contra la pantalla, y la intensidad luminosa que producen.

Una vista del osciloscopio con los principales componentes descritos se muestra en la figura T8-7 (véase lámina al final del texto).

## APENDICE

Con objeto de evitar el engorroso montaje de las bobinas de antena y del oscilador que se ha explicado en páginas anteriores, su fabricante Epsilon ha construido un conjunto que agrupa a dichas bobinas, a sus condensadores de ajuste y al conmutador de ondas en un sólo bloque totalmente montado y ajustado. Dicho bloque de sintonía responde al esquema de la figura AP-1 y corresponde al modelo B-251 de Epsilon.

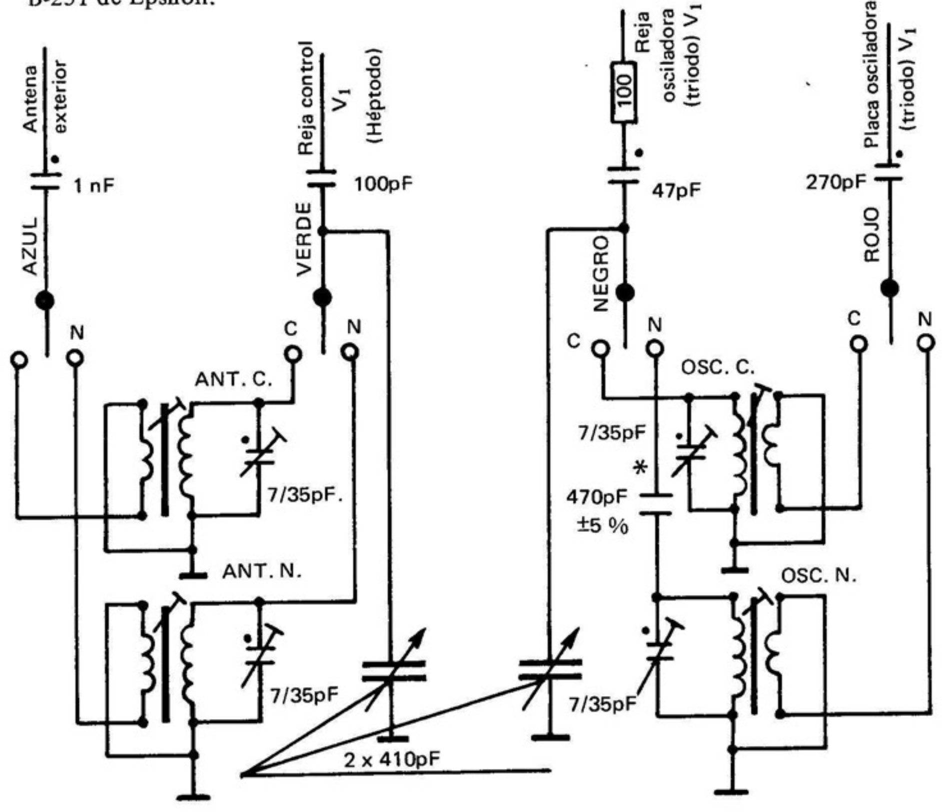



Figura AP-1.– Esquema del conexionado interno del bloque de sintonía modelo B-251 de Epsilon.

La conexión del bloque de sintonía B-251 al resto del montaje del aparato de radio es muy sencillo puesto que de él sólo salen cuatro cables que deben unirse a los siguientes puntos:
*Cable azul* a la antena exterior a través de un condensador de 1nF.
*Cable verde* a la reja control de la heptodo de la UCH 81 a través de un condesador de 100 pF.
*Cable negro* a la reja control del triodo oscilador (UCH 81) mediante un condesador de 47 pF y una resistencia de 100 ohmios.
*Cable rojo* a la placa del triodo oscilador (UCH 81) mediante un condensador de 270 pF.

Finalmente se incluye en el libro un desplegable en el que se ofrece el esquema completo del receptor de radio empleando el bloque de sintonía B-251, cuyo esquema simplificado de conexionado se muestra en la figura AP-2.

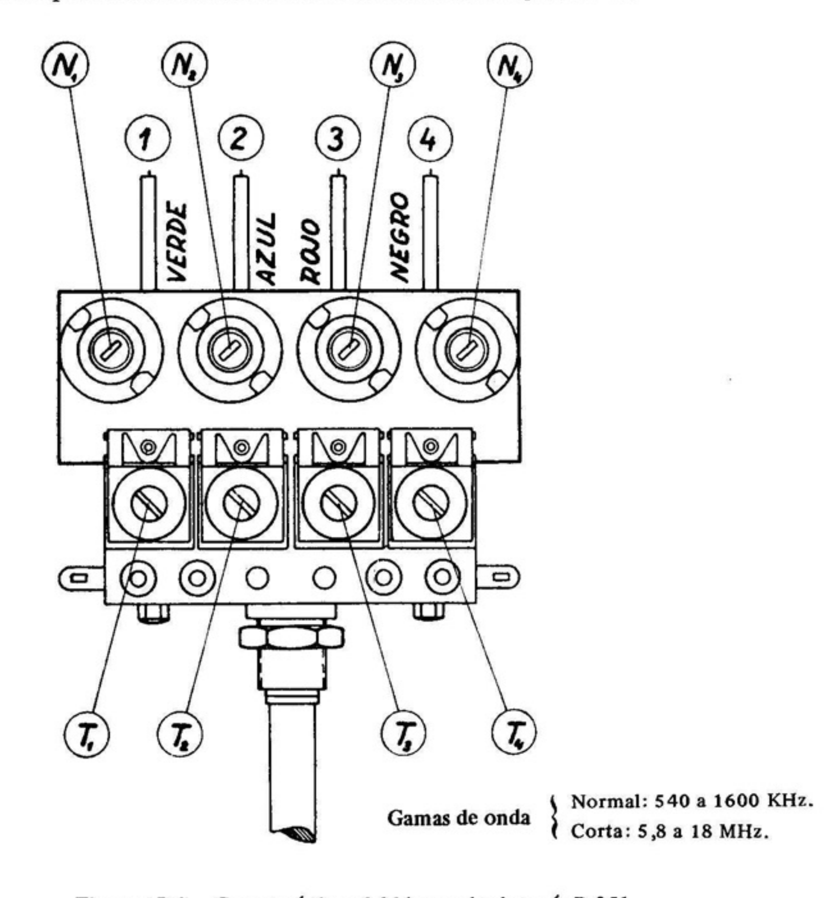



Figura AP-2.– Características del bloque de sintonía B-251.

## Características generales

Ajuste inductivo y capacitativo independiente en todos los circuitos. Diseñado para trabajar con condensador variable doble de 410 pF. por sección, y transformadores de F.I. EPSILON, ajustados a 470 KHz.

Las válvulas a utilizar deberán ser del tipo RIMLOCK "E" y "U", o NOVAL (ECH 42, UCH 42, ECH 81, UCH 81).

## Instrucciones de montaje

Las conexiones de los hilos ROJO y NEGRO (3 y 4), que corresponden a la placa y reja del triodo oscilador de la válvula conversora, deberán ser lo más cortas posible.

Los dos terminales de MASA se conectarán, con hilo grueso o malla de blindaje, a las horquillas del condensador variable o a su punto de unión con el chasis. Estas conexiones tendrán la mínima longitud permisible.

La resistencia $R_1$ en serie con la placa osciladora, deberá tener un valor de 25 a 30 K.ohm en los receptores de corriente alterna, y de 5 a 10 K.ohm en los receptores "Universales".

## Puntos de ajuste

Efectúense las operaciones siguientes en el orden que se citan:

A.– **Onda normal.** Ajustar los "trimmers" $T_3$ y $T_2$, por este orden, a 1400 KHz. El primero corresponde al circuito oscilador y el segundo al de entrada.

B.– **Onda normal.** Proceder al reglaje de los núcleos $N_3$ (oscil.) y $N_2$ (entrada) a 575 KHz.

C.– Repetir las operaciones A. y B.

D.– **Onda corta.** Ajustar los "trimmers" $T_4$ y $T_1$, por este orden a 16,5 MHz.

E.– **Onda corta.** Proceder al reglaje de los núcleos $N_4$ y $N_1$ a 6,5 MHz.

F.– Repetir las operaciones D. y E.

NOTA IMPORTANTE: Para un perfecto ajuste del Bloque, se recomienda el empleo de una antena fantasma o simplemente de un condensador de 100 pF. en serie con la salida del Generador de R.F.

# SOLUCIONES DE LOS EJERCICIOS PROPUESTOS

## LECCION 1.ª

1.ª Pregunta. — Solución: *b)*
2.ª Pregunta. — Solución: *c)*
3.ª Pregunta. — Solución: *a)*
4.ª Pregunta. — Solución: *c)*
5.ª Pregunta. — Solución: *b)*

## LECCION 2.ª

1.ª Pregunta. — Solución: *b)*
2.ª Pregunta. — Solución: *c)*
3.ª Pregunta. — Solución: *c)*
4.ª Pregunta. — Solución: *a)*
5.ª Pregunta. — Solución: *b)*

## LECCION 3.ª

1.ª Pregunta. — Solución: *b)*
2.ª Pregunta. — Solución: *b)*
3.ª Pregunta. — Solución: *c)*
4.ª Pregunta. — Solución: *a)*
5.ª Pregunta. — Solución: *c)*

## LECCION 4.ª

1.ª Pregunta. — Solución: *c)*
2.ª Pregunta. — Solución: *a)*
3.ª Pregunta. — Solución: *b)*
4.ª Pregunta. — Solución: *b)*

Problema 1.º — Solución:

$$f = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \cdot C = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 100.000 \cdot \frac{10}{1.000.000}$$

$$f = 2{,}55 \text{ Hz}$$

**LECCION 5.ª**

1.ª Pregunta. — Solución: *b)*
2.ª Pregunta. — Solución: *b)*
3.ª Pregunta. — Solución: *a)*
4.ª Pregunta. — Solución: *c)*
5.ª Pregunta. — Solución: *b)*

**LECCION 6.ª**

1.ª Pregunta. — Solución: *c)*
2.ª Pregunta. — Solución: *b)*
3.ª Pregunta. — Solución: *b)*
4.ª Pregunta. — Solución: *c)*
5.ª Pregunta. — Solución: *a)*

**LECCION 7.ª**

1.ª Pregunta. — Solución: *a)*
2.ª Pregunta. — Solución: *c)*
3.ª Pregunta. — Solución: *b)*
4.ª Pregunta. — Solución: *b)*
5.ª Pregunta. — Solución: *b)*

**LECCION 8.ª**

1.ª Pregunta. — Solución: *b)*
2.ª Pregunta. — Solución: *b)*
3.ª Pregunta. — Solución: *a)*
4.ª Pregunta. — Solución: *a)*
5.ª Pregunta. — Solución: *a)*

**LECCION 9.ª**

1.ª Pregunta. — Solución: *c)*
2.ª Pregunta. — Solución: *c)*
3.ª Pregunta. — Solución: *a)*
4.ª Pregunta. — Solución: *c)*
5.ª Pregunta. — Solución: *c)*

**LECCION 10.ª**

1.ª Pregunta. — Solución: *c)*
2.ª Pregunta. — Solución: *c)*
3.ª Pregunta. — Solución: *b)*
4.ª Pregunta. — Solución: *a)*
5.ª Pregunta. — Solución: *a)*

Fig. T1-5

Fig. T1-7 (a)

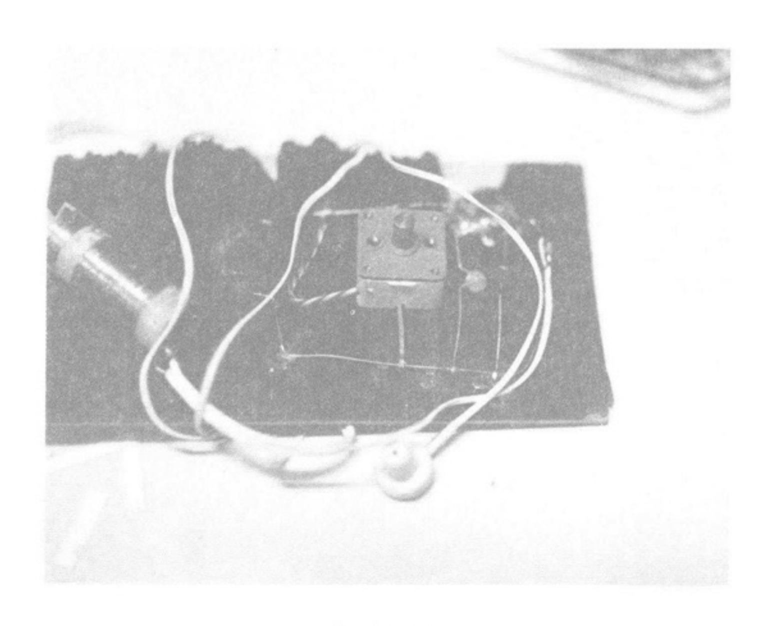


Fig. T1-7 (b)

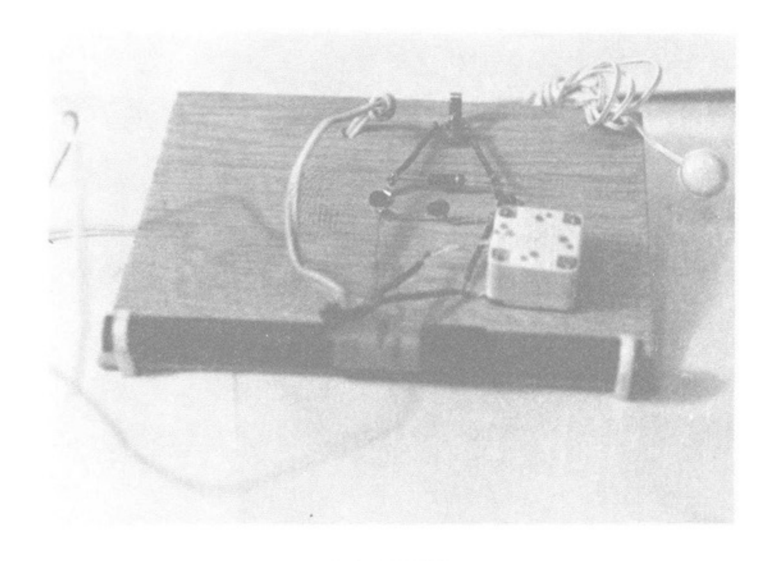


Fig. T1-7 (c)

Fig. T3-6

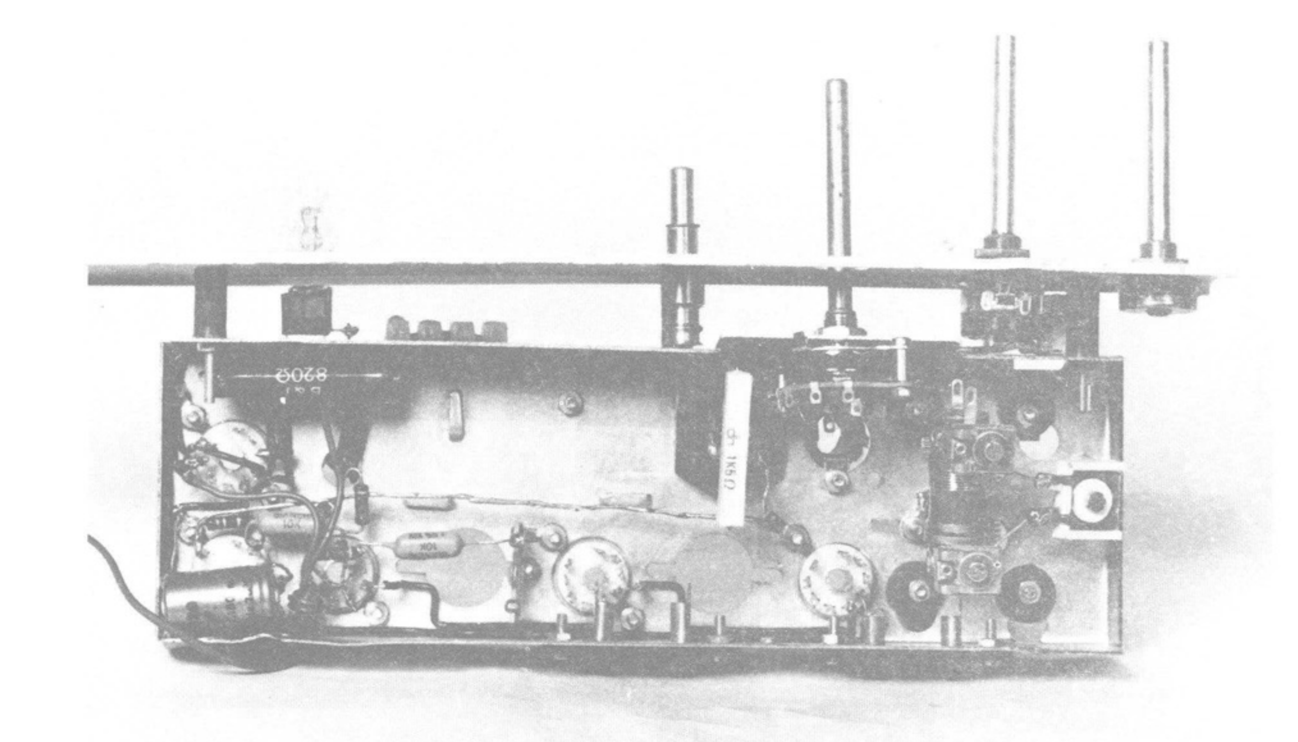



Fig. T3-8

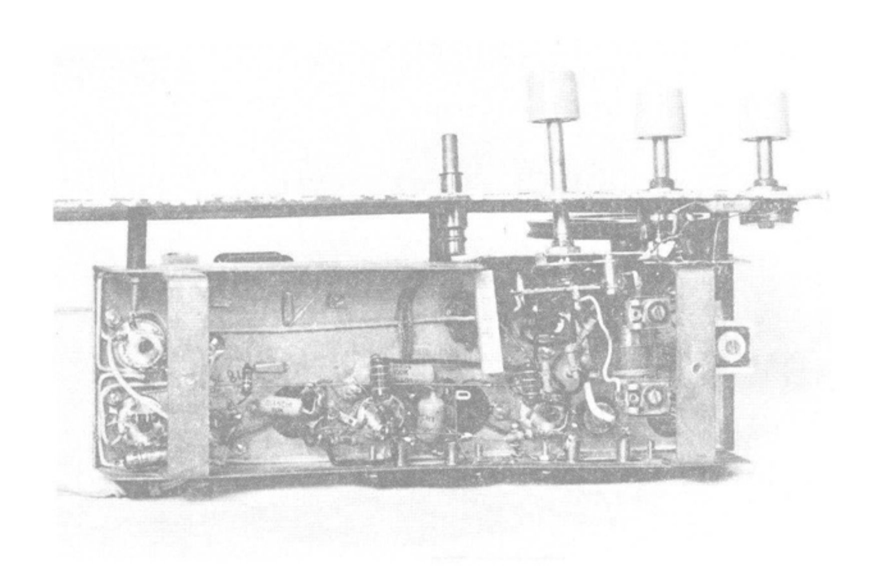


Fig. T4-1

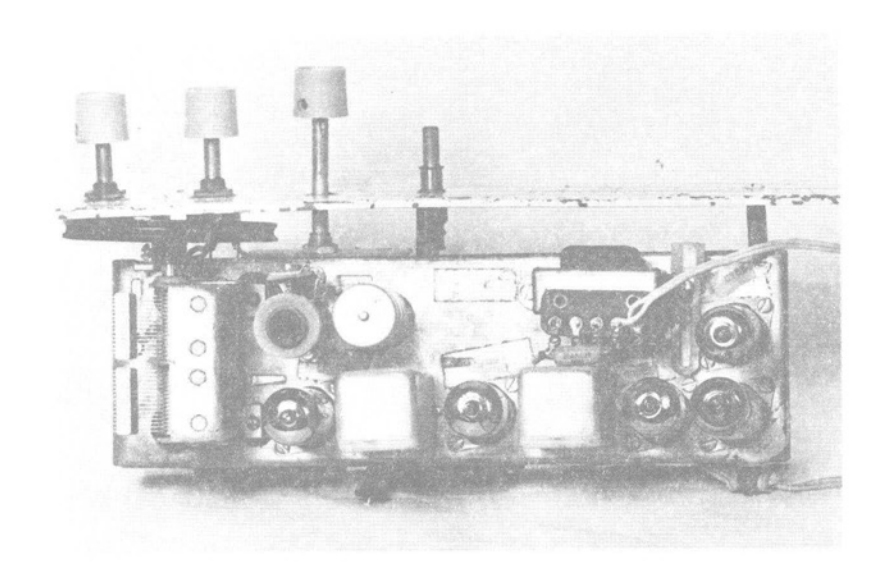


Fig. T4-2

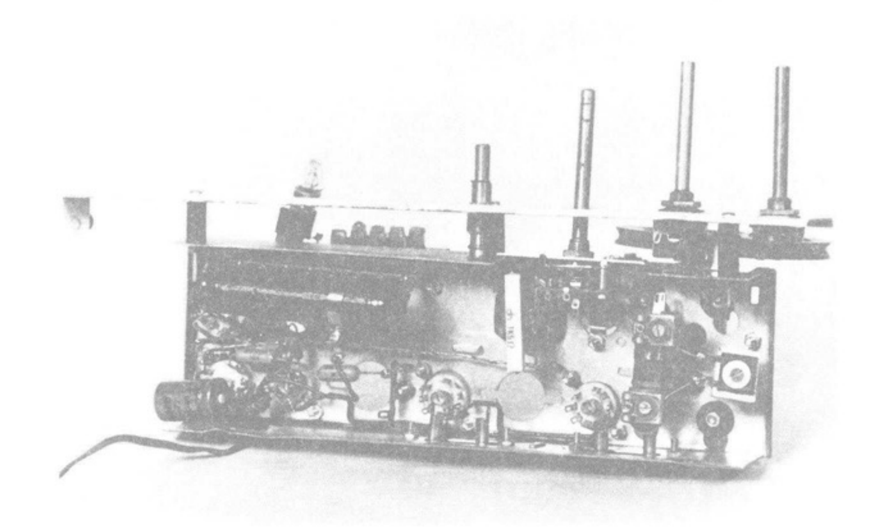


Fig. T5-1

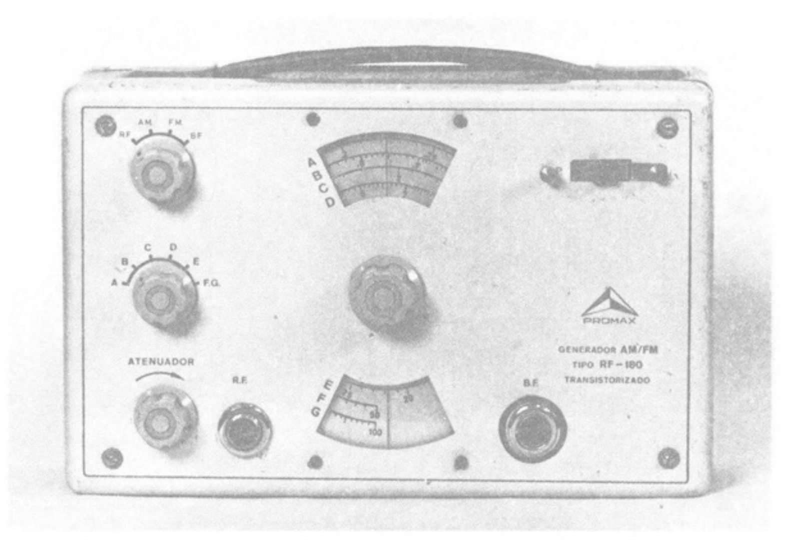



Fig. T5-2

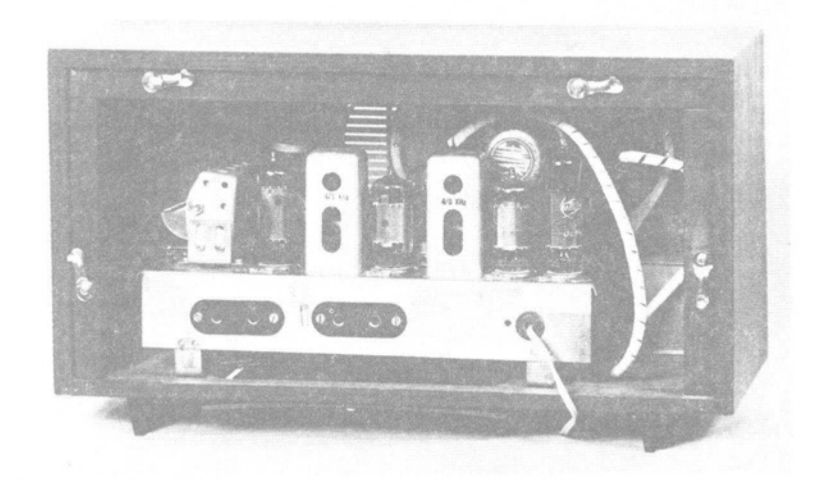


Fig. T6-5

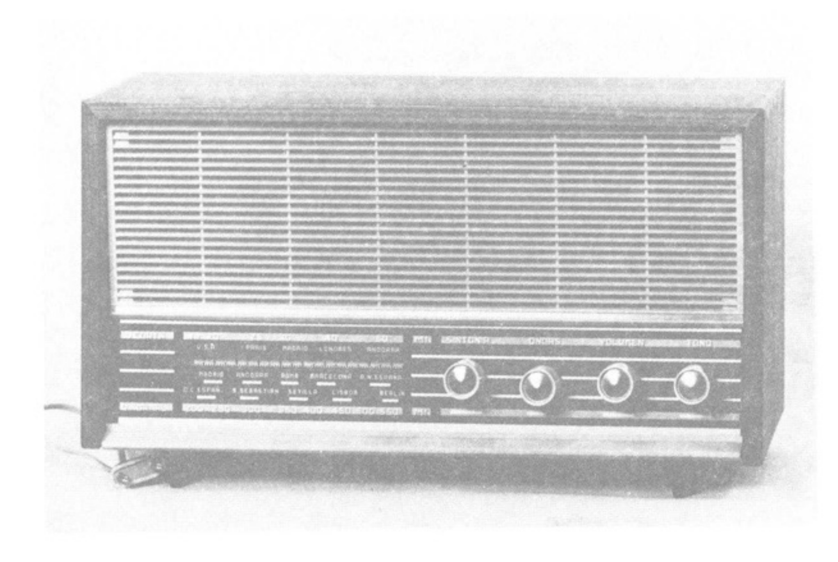



Fig. T6-6

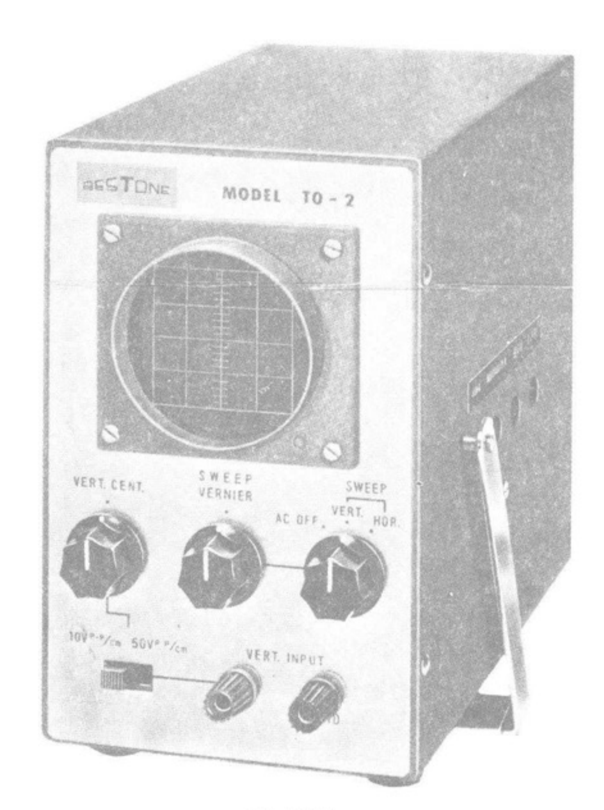



Fig. T8-1

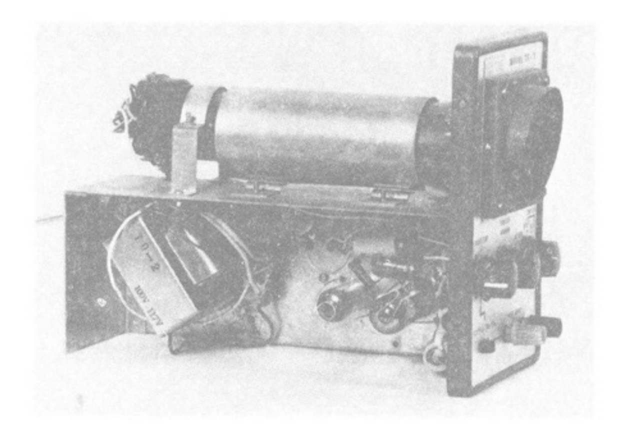
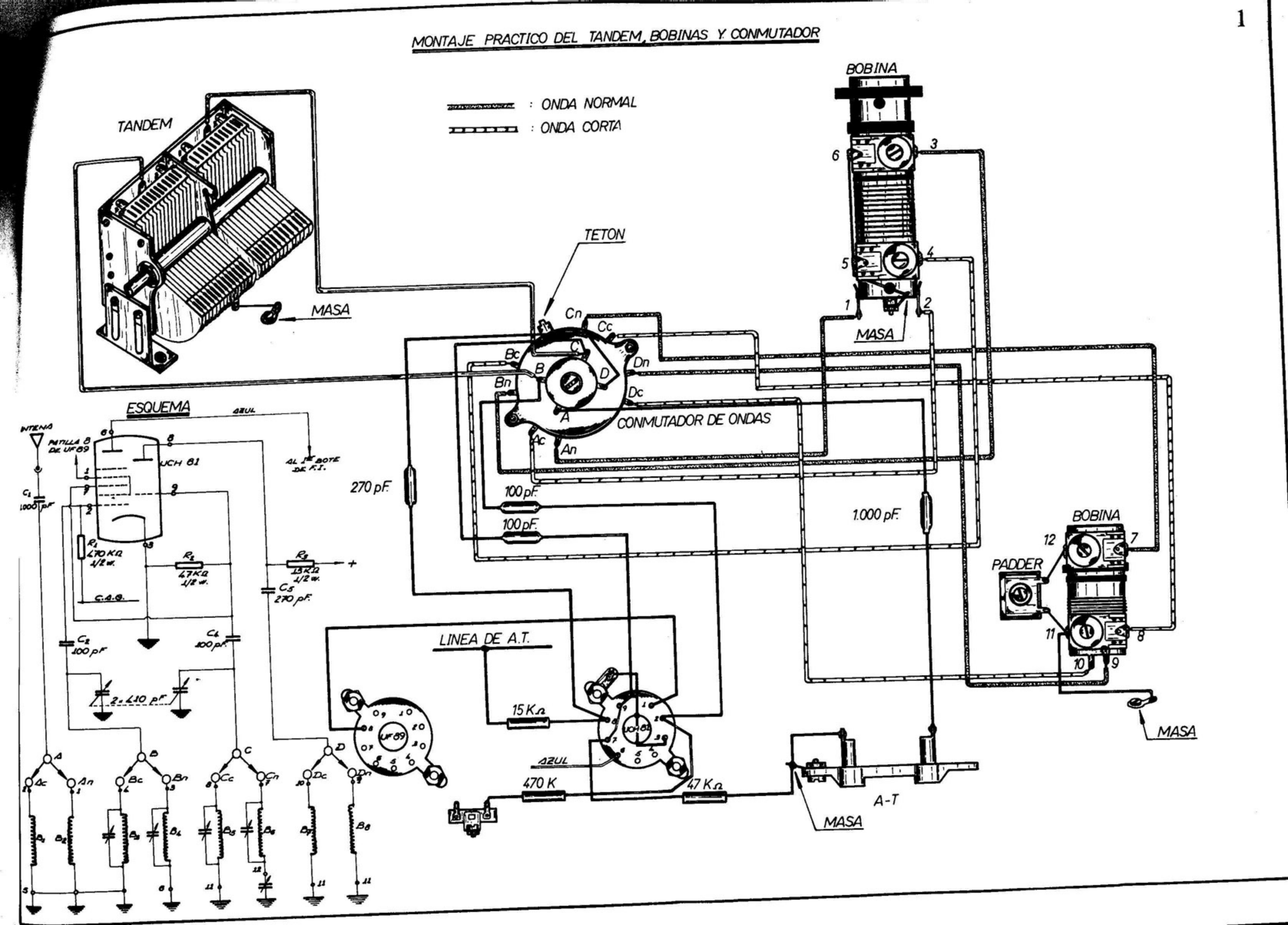
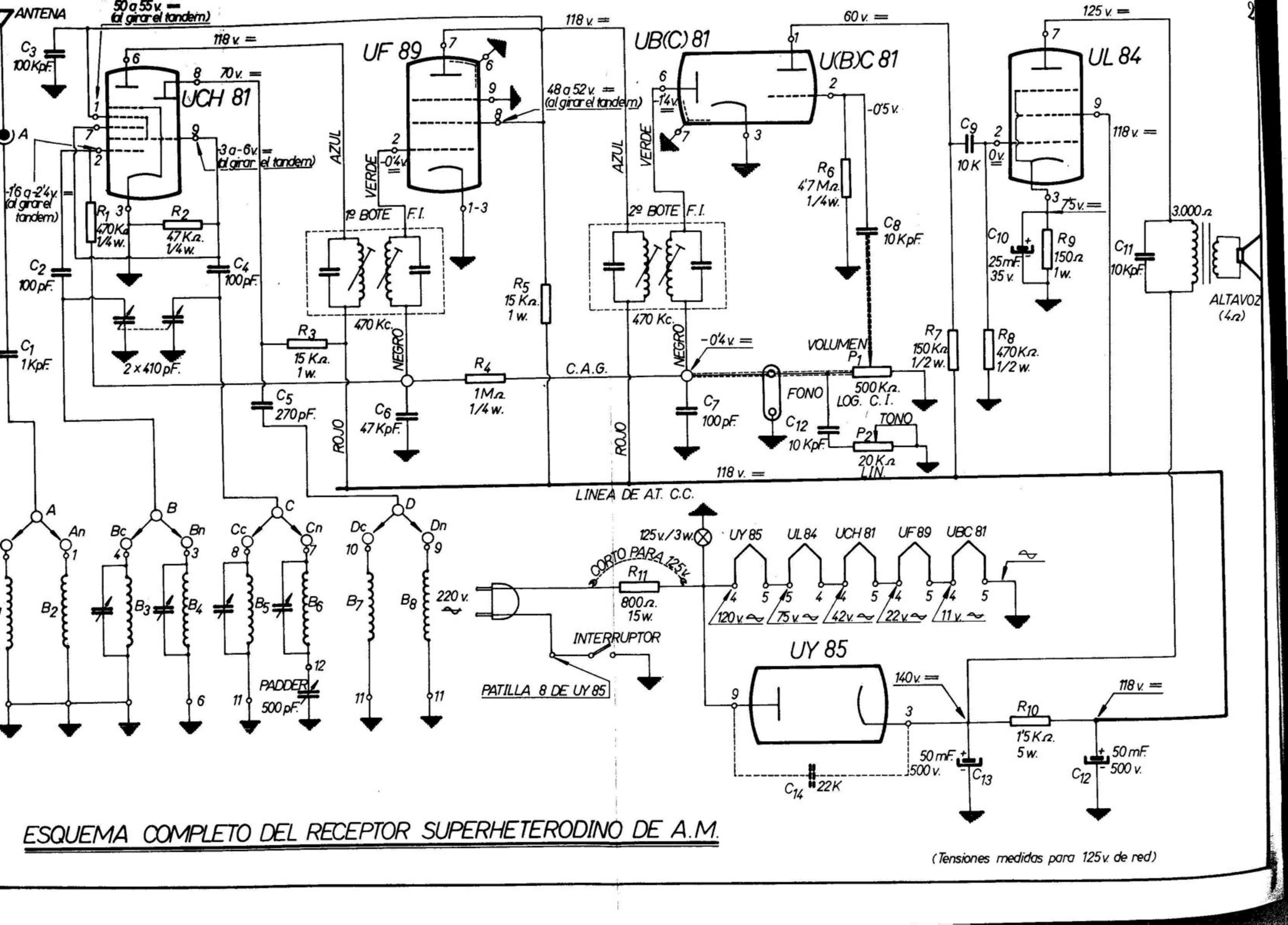


Fig. T8-7

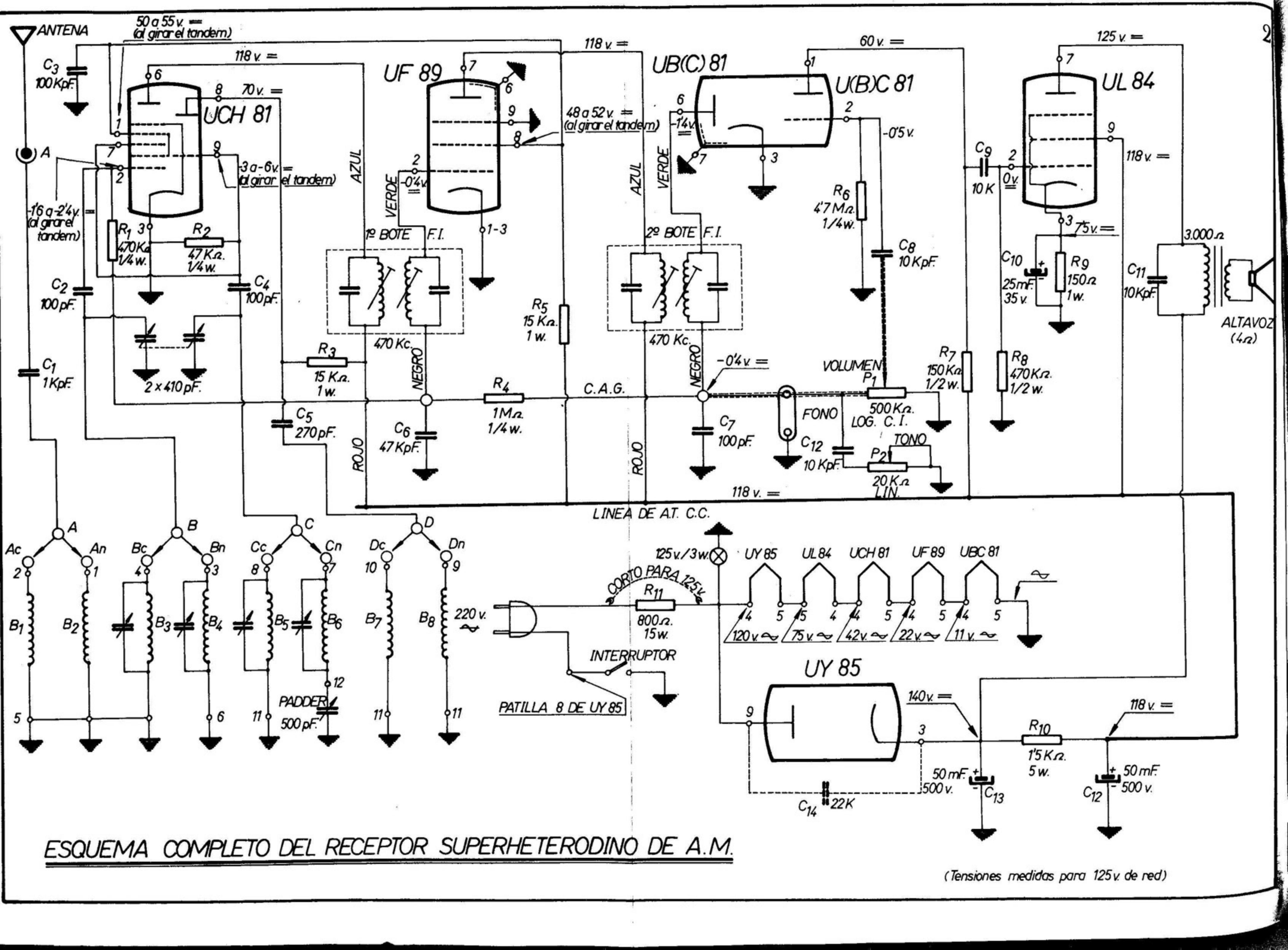
# MONTAJE PRACTICO DEL TANDEM, BOBINAS Y CONMUTADOR





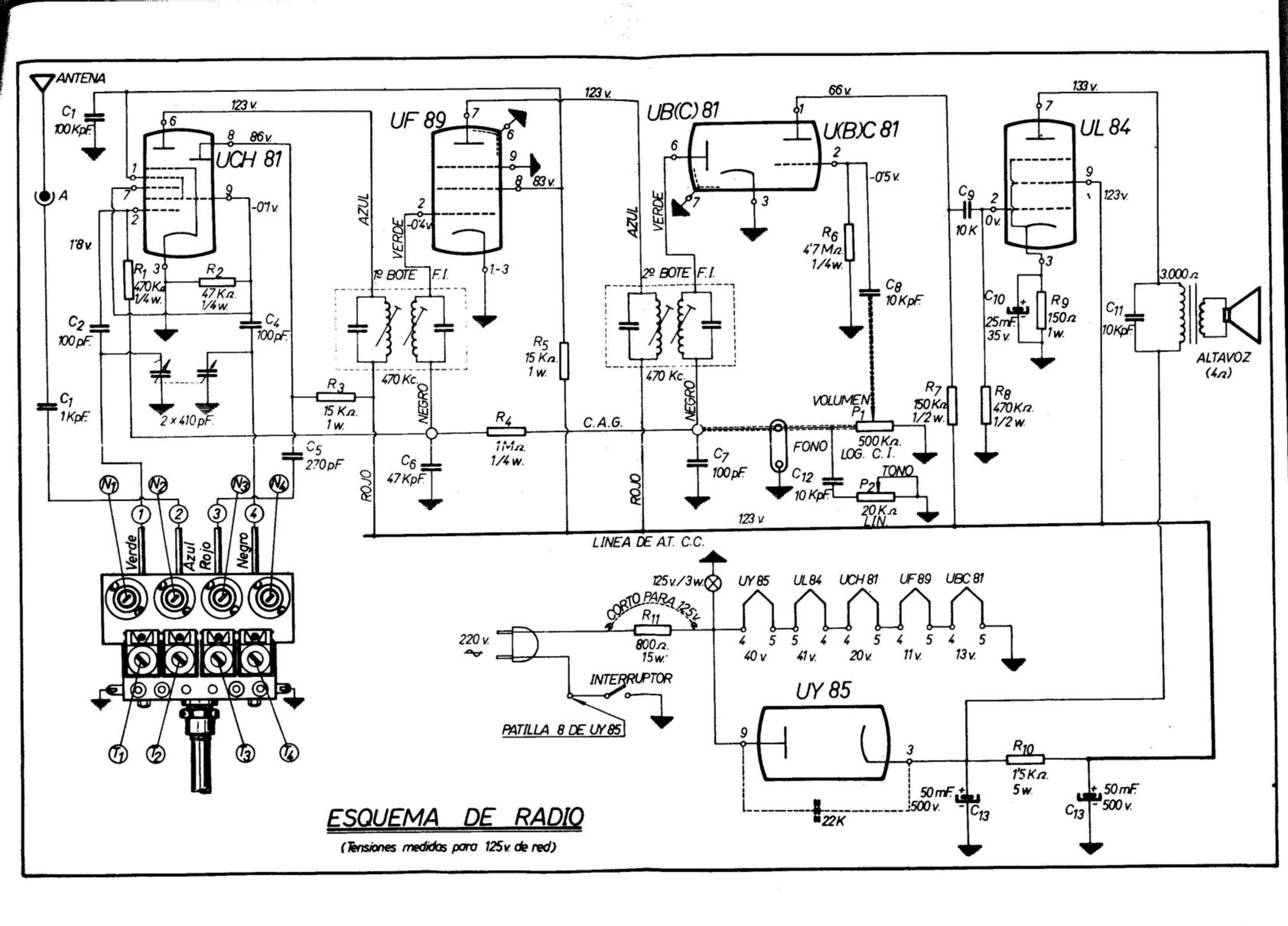

ESQUEMA COMPLETO DEL RECEPTOR SUPERHETERODINO DE A.M.

(Tensiones medidas para 125 v. de red)




ESQUEMA COMPLETO DEL RECEPTOR SUPERHETERODINO DE A.M.

(Tensiones medidas para 125 v. de red)




ESQUEMA DE RADIO

(Tensiones medidas para 125 v. de red)

## ELECTRÓNICA FUNDAMENTAL

[illegible] tomos, constituye un Curso Básico de Electrónica, tanto en el aspecto teórico como en el práctico, con el que se adquiere un conocimiento completo de lo que es la electrónica, desde las válvulas de vacío hasta los circuitos integrados e, incluso, los microprocesadores.

El curso completo consta de siete tomos y el temario teórico y práctico que contiene cada uno es el siguiente:

**Tomo 1.–** *Teoría:* Introducción a la Electrónica. Electricidad.
*Práctica:* Soldadura y montajes eléctricos. El aparato de medida. Componentes eléctricos y electrónicos.

**Tomo 2.–** *Teoría:* Fuentes de alimentación. Rectificadores y filtros.
*Práctica:* Características de las válvulas y diodos semiconductores. Montaje de fuentes de alimentación.

**Tomo 3.–** *Teoría:* Amplificadores.
*Práctica:* Sonido, altavoces y micrófonos. Características de las válvulas amplificadoras. Amplificadores de baja y alta frecuencia.

**Tomo 4.–** *Teoría:* Generadores de señales. Osciladores. Receptor superheterodino de A.M.
*Práctica:* Montajes, ajuste y averías de un receptor de radio.

**Tomo 5.–** *Teoría:* Diodos, transistores y semiconductores especiales.
*Práctica:* Experimentación y montajes sobre circuitos con transistores semiconductores especiales.

**Tomo 6.–** *Teoría:* Circuitos integrados digitales y analógicos. El microprocesador. Hardware y software del microprocesador 8085.
*Práctica:* Montajes y experimentación con circuitos integrados analógicos y digitales. Programación del microprocesador 8085.

**Tomo 7.–** Ofrece una amplia gama de problemas, sobre todos los temas que abarca la Electrónica Moderna.

ISBN 84-283-1084-X




EDITORIAL PARANINFO S.A.
Magallanes, 25 - 28015 Madrid